

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI  
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI  
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:



PROGETTO ESECUTIVO

## RIASSETTO NODO DI BARI

TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

### VIABILITA' - ELABORATI GENERALI

RELAZIONE TECNICA

APPALTATORE D'Agostino Angelo Antonio DIRETTORE TECNICO Costruzioni Generali S.p.A.  (data e firma)	PROGETTAZIONE DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. M. RASIMELLI  (data e firma)	SCALA: ---
--	---	---------------

COMMESSA **IA3S** LOTTO **01** FASE **V** ENTE **ZZ** TIPO DOC. **RO** OPERA / DISCIPLINA **LF0000**

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	M. Tittarelli	04/05/2021	L. Spinozzi	11/05/2021	M. Rasimelli	13/05/2021	L. Spinozzi 17/01/2022
B	Rev RdV IA3S-RV-0000000140 del 26/07/2021	M. Tittarelli	23/09/2021	L. Spinozzi	23/09/2021	M. Rasimelli	23/09/2021	
C	Rev RdV IA3S-RV-0000000182 del 23/11/2021	M. Tittarelli	17/01/2022	L. Spinozzi	17/01/2022	M. Rasimelli	17/01/2022	

ORDINE DEGLI INGEGNERI - TERAMO  
 438 SPINOZZI dott. LUIGI  
 INGEGNERE

File: IA3S01VZZROLF0000001C n. Elab.

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl</b>						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione Tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ RO	DOCUMENTO LF0000 001	REV. C	FOGLIO 2 DI 28

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>5</b>
2.1	Elaborati di Progetto .....	5
2.2	Riferimenti Normativi.....	6
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE GENERALE.....</b>	<b>8</b>
3.1	Criteri di dimensionamento .....	10
3.2	Caratteristiche generali degli impianti .....	15
3.3	Cavidotti .....	15
3.4	Pozzetti di Ispezione .....	15
3.5	Cavi .....	16
3.6	Apparecchi Illuminanti.....	17
3.7	Pali di sostegno .....	20
3.8	Quadri elettrici.....	21
3.9	Impianto di terra.....	22
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI .....</b>	<b>23</b>
4.1	NV02 – Nuova viabilità di via Omodeo km 1+446,53 .....	23
4.2	NV03 – Viabilità accesso stazione Executive – Viale L. Einaudi .....	24
4.3	NV08 – Nuova viabilità strada Vecchia della Marina km 6+783,66 .....	25
4.4	NV09 – Nuova viabilità di accesso e piazzale fermata Triggiano .....	26
<b>5</b>	<b>CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE.....</b>	<b>28</b>

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione Tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ RO	DOCUMENTO LF0000 001	REV. C	FOGLIO 3 DI 28

## 1 INTRODUZIONE

Nell'ambito degli interventi di razionalizzazione del collegamento ferroviario Bari-Lecce è prevista la realizzazione di una variante della tratta in uscita da Bari Centrale in direzione sud; la variante si affianca al tracciato delle Ferrovie del Sud Est con ritorno sulla linea esistente in prossimità della stazione di Bari Torre a Mare.

Gli obiettivi che con tale progetto si intendono perseguire sono:

- Riduzione delle interferenze urbanistiche tra linee ferroviarie e territorio comunale;
- Realizzazione di un sistema di trasporto integrato, intermodale ed intramodale ad elevata frequenza;
- Aumento della qualità dei servizi di trasporto offerti con riduzione dei tempi di percorrenza
- Recupero, riqualificazione e valorizzazione delle aree ferroviarie dismesse e da dismettere.

Il tratto di linea si sviluppa come descritto di seguito. In uscita da Bari C.le lato Sud (inizio progetto km 0+000 corrispondente alla prg. km 649+213 linea Bologna – Lecce) e fino alla **nuova stazione di “Executive”** al km 2+107 il tratto di linea sarà a quattro binari gestiti da RFI, dei quali due ad uso FSE e due ad uso di RFI; le caratteristiche dei binari e degli impianti tecnologici sono conformi agli standard ed alla normativa RFI. Lungo il suddetto tratto, al km 0+518, è prevista la realizzazione della **nuova fermata “Campus”**. Dalla stazione bivio di Executive si diramerà la linea RFI a doppio binario Bari –Lecce e le due linee FSE a semplice binario; proseguendo sul tracciato Bari-Lecce è prevista la realizzazione della **nuova fermata “Triggiano”** al km 7+050. Il tracciato in variante termina poi con un doppio allaccio alla linea esistente, nell'ambito della stazione di Bari Torre a Mare. L'attuale tratto di linea comprendente le fermate di Bari Parco Sud e Marconi verrà completamente dismesso.

La realizzazione del nuovo tracciato ferroviario e la riqualificazione delle aree attualmente occupate dal tracciato da dismettere prevede, tra l'altro, importanti opere di urbanizzazione e di modifica alla viabilità.

Il presente documento descrive in dettaglio le scelte tecniche, i criteri e le soluzioni adottate nella progettazione degli impianti di illuminazione delle viabilità comunali modificate e di nuova realizzazione e l'alimentazione elettrica di alcuni impianti di sollevamento acque, ed in particolare:

<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>Relazione Tecnica</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>V ZZ RO</b>	DOCUMENTO <b>LF0000 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>4 DI 28</b>

- NV02 – Nuova viabilità di via Omodeo km 1+446,53;
- NV03 – Viabilità accesso stazione Executive – Viale L. Einaudi;
- NV08 – Nuova viabilità strada Vecchia della Marina km 6+783,66;
- NV09 – Nuova viabilità di accesso alla fermata Triggiano;

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione Tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ RO	LF0000 001	C	5 DI 28

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 Elaborati di Progetto

<b>IMPIANTI LFM - VIABILITA'</b>													
IA3S	01	V	ZZ	R	O	L	F	0	0	0	0	1	Relazione Tecnica
IA3S	01	V	ZZ	R	O	L	F	0	0	0	0	2	Studio illuminotecnico
IA3S	01	V	ZZ	R	O	L	F	0	0	0	0	3	Relazione calcolo dimensionamento elettrico
<b>NV02 - NUOVA VIABILITA' DI VIA OMODEO Km 1+446,53</b>													
IA3S	01	V	ZZ	P	8	L	F	0	5	0	0	1	Planimetria con ubicazione cavidotti e apparecchiature
IA3S	01	V	ZZ	W	B	L	F	0	5	0	0	1	Sezioni e particolari
IA3S	01	V	ZZ	D	X	L	F	0	5	0	0	1	Quadri elettrici: Schemi e fronte quadro
<b>NV03 - VIABILITA' ACCESSO STAZIONE EXCUTIVE - VIALE L. ENAUDI</b>													
IA3S	01	V	ZZ	P	8	L	F	0	6	0	0	1	Planimetria con ubicazione cavidotti e apparecchiature
IA3S	01	V	ZZ	P	A	L	F	0	6	0	0	1	Pianta sottovia con ubicazione cavidotti e apparecchiature
IA3S	01	V	ZZ	W	B	L	F	0	6	0	0	1	Sezioni e particolari
IA3S	01	V	ZZ	D	X	L	F	0	6	0	0	1	Quadri elettrici: Schemi e fronte quadro
<b>NV08 - NUOVA VIABILITÀ STRADA VECCHIA DELLA MARINA KM 6+783,86</b>													
IA3S	01	V	ZZ	P	8	L	F	0	9	0	0	1	Planimetria con ubicazione cavidotti e apparecchiature
IA3S	01	V	ZZ	D	X	L	F	0	9	0	0	1	Quadri elettrici: Schemi e fronte quadro
IA3S	01	V	ZZ	W	B	L	F	0	9	0	0	1	Sezioni e particolari
<b>NV09 - NUOVA VIABILITA' ACCESSO ALLA FERMATA TRIGGIANO</b>													
IA3S	01	V	ZZ	P	8	L	F	1	0	0	0	1	Planimetria con ubicazione cavidotti e apparecchiature
IA3S	01	V	ZZ	D	X	L	F	1	0	0	0	1	Quadri elettrici: Schemi e fronte quadro
IA3S	01	V	ZZ	W	B	L	F	1	0	0	0	1	Sezioni e particolari

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione Tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ RO	DOCUMENTO LF0000 001	REV. C	FOGLIO 6 DI 28

## 2.2 Riferimenti Normativi

I principali riferimenti normativi di cui si è tenuto conto nello sviluppo della progettazione sono, in linea indicativa ma non esaustiva, i seguenti:

### Leggi, Decreti e Circolari:

- D. Lgs. 09/04/08 n.81 “Testo Unico sulla sicurezza”
- DM. 37 del 22/01/08 “Sicurezza degli impianti elettrici, regole per la progettazione e realizzazione, ambiti di competenze professionali”
- L.186 del 1.3.1968 “Realizzazioni e costruzioni a regola d'arte per materiali, apparecchiature, impianti elettrici”
- LEGGE REGIONALE 23 novembre 2005, n. 15 - “Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico” - Regione Puglia
- REGOLAMENTO REGIONALE 22 agosto 2006, n. 13 - “Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico” - Regione Puglia

### Normative Tecniche:

- CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica, linee in cavo”
- CEI 11-25 “Calcolo di correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata
- CEI 17-5 “Apparecchiature a bassa tensione: Interruttori automatici”
- CEI 34-21 “Apparecchi d'illuminazione: prescrizioni generali e prove”
- CEI 34-22 “Apparecchi di illuminazione - Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza”
- CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale 1000Vca e a 1500Vcc”
- UNI EN 12464-1:2011 “Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 1: Posti di lavoro in interni”
- UNI EN 12464-2:2008 “Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 2: Posti di lavoro in esterno”
- UNI EN 1838:2013 – Illuminazione di emergenza;
- UNI 11095:2021 “Luce e illuminazione – Illuminazione delle gallerie stradali”
- UNI 11222:2006 – “Illuminazione di interni – Valutazione dell'abbagliamento molesto con il metodo URG”;
- UNI 11248:2016 - Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche;

<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>Relazione Tecnica</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>V ZZ RO</b>	DOCUMENTO <b>LF0000 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>7 DI 28</b>

- UNI 11165:2005 – Illuminazione di sicurezza negli edifici – Procedure per la verifica periodica, la manutenzione la revisione e il collaudo;
- UNI EN 13201-2:2016- Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali;
- UNI EN 13201-3:2016 - Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni;
- UNI EN 13201-4:2016 - Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche;
- UNI 10819:1999 - Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.
- Regolamento Europeo 305/2011, fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE
- Norma CEI EN 50575:2014 e CEI EN 50571-A1:2016.
- Variante V4 alla Norma CEI 64-8 ed. 31.05.2017
- Decreto legislativo 16 giugno 2017 n.106
- Nota tecnica IA3S E302 A - Richieste del comune di Bari per la pubblica illuminazione

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione Tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ RO	LF0000 001	C	8 DI 28

### 3 DESCRIZIONE GENERALE

Gli impianti di illuminazione previsti a servizio delle nuove viabilità di interconnessione con le viabilità esistenti sono stati progettati al fine di assolvere i requisiti illuminotecnici della Normativa Nazionale UNI 11248 ed. 2016 che va a completare il panorama sull'illuminazione stradale insieme alla normativa Europea UNI EN 13201-2/3/4.

Tutti gli impianti sono stati progettati in conformità alle Norme vigenti (sia Nazionali che Regionali), in modo da consentire l'ottimizzazione degli stessi e la riduzione dei costi di gestione e manutenzione.

L'alimentazione di rete degli impianti elettrici in oggetto sarà derivata da forniture ENEL in bassa tensione di nuova posa, da predisporre nelle zone individuate sugli elaborati di progetto; il contatore di energia ed il quadro elettrico di distribuzione saranno collocati all'interno di un armadio di protezione in poliestere rinforzato con fibra di vetro collocato su apposito basamento in CLS.

A partire da tali quadri saranno realizzate generalmente canalizzazioni interrato costituite da tubi in PVC rigido serie pesante e pozzetti in CA; in corrispondenza dei tratti in viadotto o di sottopassi le vie cavi verranno realizzate con canalette in acciaio e scatole di derivazione in lega leggera, fissate a mezzo di staffe metalliche rispettivamente al parapetto di protezione o alla struttura in CA dell'opera.

Le linee di alimentazione saranno realizzate a mezzo cavo multipolare tipo FG16OR16 0,6/1kV con caratteristiche di non propagazione della fiamma e di ridotta emissione di gas tossici e corrosivi secondo le norme CEI 20-35 e CEI 20-37/2, di sezione adeguata al tipo di posa ed alle condizioni ambientali e sufficientemente sovradimensionato al fine di avere una caduta di tensione massima del 4% agli utilizzatori.

I comandi di accensione degli impianti di illuminazione saranno azionati da sistemi di interruttori crepuscolari/temporizzati, dotati di selettore per l'esclusione dell'automatismo.

I corpi illuminanti dovranno presentare una conformazione dell'ottica atta a ridurre l'inquinamento luminoso, ovvero il flusso luminoso emesso verso l'alto, nel rispetto delle prescrizioni della Norma UNI 10819 per gli impianti di illuminazione esterna e delle Norme Regionali. In particolare si è proceduto a dimensionare tali impianti in modo da garantire i requisiti prestazionali minimi previsti dalle Norme vigenti, con particolare riferimento alle:



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl</b>						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione Tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ RO	LF0000 001	C	9 DI 28

- UNI 10819:1999 – “Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna Requisiti per la limitazione della dispersione verso l’alto del flusso luminoso”;
- UNI 11095:2021 “Luce e illuminazione – Illuminazione delle gallerie stradali”;
- UNI 11248: 2016 – “Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche”;
- UNI EN 13201-2/3/4 – “Illuminazione stradale - Calcolo delle prestazioni”;
- LEGGE REGIONALE 23 novembre 2005, n. 15 - “Misure urgenti per il contenimento dell’inquinamento luminoso e per il risparmio energetico” - Regione Puglia;
- REGOLAMENTO REGIONALE 22 agosto 2006, n. 13 - “Misure urgenti per il contenimento dell’inquinamento luminoso e per il risparmio energetico” - Regione Puglia.

Con riferimento alle caratteristiche delle strade (tipologia, geometria, velocità di percorrenza, ecc.) ed in base a quanto indicato dalla Norma UNI 11248, è stata effettuata una attenta selezione delle categorie illuminotecniche di riferimento.

Successivamente, in base ai valori di illuminamento e di uniformità prescritti dalle suddette Norme è stata effettuata la modellazione di aree “campione”, per le quali è stato poi effettuato il calcolo illuminotecnico di verifica, simulando le reali condizioni di illuminazione (in termini di tipologia, quota di posa e numero dei corpi illuminanti) e le reali condizioni di esercizio a regime (in termini di pulizia e manutenzione dei corpi illuminanti).

Nella seguente tabella si riporta una sintesi della categoria illuminotecnica di ciascuna strada, della configurazione dell’impianto di illuminazione e dei risultati ottenuti; il dettaglio di tale aspetto della progettazione è riportato nell’elaborato di progetto:

- IA3S01VZZROLF0000002 - Studio illuminotecnico;

al quale si rimanda per ogni approfondimento.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione Tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ RO	DOCUMENTO LF0000 001	REV. C	FOGLIO 10 DI 28

Strada	Tipo	Categoria carreggiata	Corpo illuminante	Palo [m]	Sbraccio [nxm]	Disposizione
NV02	E	M3	LED 162 W	9	1x2,5	Pali su entrambi i lati
NV03	E	M3	LED 162 W	9	1x2,5	Pali su entrambi i lati
Sottovia NV03	(*)	(*)	LED 42 W	-	-	Plafone
NV08	F1	M2	LED 162 W	9	1x2,5	Pali Laterali
NV09	PARTICOLARE	ME4B	LED 162 W	9	1x2,5	Pali Laterali

(\*) Galleria corta (25m<L<75m) a senso unico di marcia: Luminanza della zona interna  $L_i \geq L$ , con  $L$  = luminanza media richiesta per la classe relativa al tipo di strada di accesso – cfr. UNI 11095

Negli elaborati grafici di progetto delle rispettive viabilità è riportata l'ubicazione planimetrica dei sostegni determinata dai calcoli illuminotecnici e dal rispetto dell'allegato 714A della norma CEI 64-8 che riporta:

*“A.2.1 - I pali di illuminazione devono essere protetti con barriere di sicurezza o distanziati opportunamente dai limiti della carreggiata in modo da garantire accettabili condizioni di sicurezza stradale. L'uso di opportune barriere di sicurezza o di stanziamenti è stabilito da appositi decreti ministeriali (DM 3 giugno 1998; DM 18 febbraio 1992 n. 223; DM 15 ottobre 1996, DM 21 giugno 2004). Si veda anche la Norma UNI 1317.”*

*“A.2.2 - Al fine di consentire il passaggio di persone su sedia a ruote, i sostegni devono essere posizionati in modo che il percorso pedonale abbia larghezza di almeno 90 cm secondo quanto specificato nel DM 14 giugno 1989 n. 236, art. 8.2.1.”*

L'impianto di pubblica illuminazione dovrà rispettare quanto richiesto dal Comune di Bari nel documento Nota tecnica IA3S E302 A - Richieste del comune di Bari per la pubblica illuminazione.

### 3.1 Criteri di dimensionamento

La progettazione è stata realizzata considerando le esigenze di continuità dell'esercizio e l'affidabilità degli impianti alimentati; le caratteristiche base cui risponde l'impostazione progettuale sono, in ordine di importanza:

- Sicurezza per le persone e per le installazioni;
- Disponibilità ed affidabilità impiantistiche;

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione Tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ RO	DOCUMENTO LF0000 001	REV. C	FOGLIO 11 DI 28

- Semplicità di esercizio e facilità di manutenzione.

Come punto di partenza è stata effettuata una attenta analisi dei carichi (ubicazione, potenza, specifiche esigenze ecc.) di ciascun impianto; una volta individuati i principali parametri impiantistici che caratterizzano il progetto, questo è stato sviluppato secondo le seguenti fasi:

- definizione della fonte di alimentazione;
- definizione della posizione e dello schema elettrico del quadro di distribuzione;
- dimensionamento dei componenti;
- coordinamento delle protezioni e selettività di intervento, in modo da assicurare oltre alla protezione delle persone e degli impianti anche un'adeguata continuità di servizio.

La definizione della tensione di alimentazione più adeguata per ogni singola utenza dipende fondamentalmente dalla potenza assorbita ma anche dalla distanza dalla sorgente di alimentazione. Le tensioni di alimentazione che verranno impiegate sono quelle unificate: 230V per i circuiti monofase e 400V per quelli trifase.

Il dimensionamento dell'impianto ha riguardato:

- il quadro elettrico di distribuzione;
- le linee dorsali di alimentazione principali e secondarie.

Per quanto riguarda in particolare il dimensionamento dei cavi di alimentazione ed il coordinamento delle loro sezioni con le caratteristiche degli interruttori, sia in termini di corrente nominale che di corrente di taratura, è stato tenuto conto dei seguenti aspetti:

- dimensionamento del cavo per la portata di corrente in regime permanente;
- dimensionamento del cavo per la caduta di tensione ammissibile;
- verifica dell'energia specifica passante.

La scelta degli interruttori soddisfa le seguenti condizioni:

- la tensione nominale dell'interruttore deve essere maggiore o uguale alla tensione concatenata della rete;
- la frequenza nominale dell'interruttore deve essere quella di rete;

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione Tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ RO	DOCUMENTO LF0000 001	REV. C	FOGLIO 12 DI 28

- la portata deve essere determinata attraverso l'analisi dei carichi, considerando il valore di corrente nominale  $I_n$  assorbito dal carico  $i$ -esimo ed il coefficiente di contemporaneità  $\mu_i$  dello stesso per cui la portata è definita da:

$$P \cong 1,1 \div 1,2 \sum_1^u \mu_i \cdot I_i$$

il potere di interruzione dell'interruttore deve essere maggiore o uguale alla corrente  $I_{cc}$  permanente nel punto di installazione dell'interruttore.

I tipi di protezione che sono stati considerati nella fase progettuale sono:

- protezione contro sovraccarichi;
- protezione contro i cortocircuiti.
- protezione dai contatti indiretti.

Per la protezione dai sovraccarichi, gli interruttori sono stati scelti in modo che la corrente nominale sia maggiore della corrente di impiego che passa in linea, ma minore della corrente ammissibile per il cavo:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

dove è:

- $I_b$  corrente di impiego della conduttura;
- $I_n$  corrente nominale dell'interruttore;
- $I_z$  portata nominale della conduttura.

Per il corretto sfruttamento del cavo si deve verificare la relazione:

$$I_f \leq 1.45 I_z$$

dove è:

- $I_f$  corrente di funzionamento del dispositivo di protezione.

La corrente di impiego  $I_b$  è stata determinata in funzione della potenza  $P$ , dei coefficienti di contemporaneità  $K_c$  e di utilizzazione  $K_u$  e della tensione di alimentazione, secondo la relazione:

$$I_b = K_c \times K_u \times \frac{P}{k \times V_n}$$

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione Tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ RO	DOCUMENTO LF0000 001	REV. C	FOGLIO 13 DI 28

dove è:

- $k = 1.73$  per circuiti trifase;
- $k = 1$  per circuiti monofase.

Invece la taratura del relè differenziale è stata scelta per la protezione di:

- persone contro i contatti indiretti;
- apparecchiature dai guasti.

Per quanto riguarda la protezione del cavo, l'interruttore deve assicurare l'eliminazione della corrente di cortocircuito in un tempo  $t_c$  compatibile con il limite di energia specifica passante; cioè deve risultare:

$$I_{cc}^2 \cdot t_c \leq k^2 \cdot S^2$$

Tale relazione deve essere verificata anche per il cortocircuito minimo, che deve essere eliminato in un tempo  $t_c < 5$  sec. Quindi deve risultare:

$$I_{ccmin} > I_{magn}$$

In tale situazione la  $I_{ccmin}$  corrisponde ad un cortocircuito all'estremità della linea di tipo:

- fase-fase per circuiti senza neutro;
- fase-neutro per circuiti con neutro.

Per la protezione contro il cortocircuito minimo deve essere inoltre verificata la seguente relazione:

$$L_{max} = \frac{15 \cdot U \cdot S}{I_{ccmin}}$$

dove è:

- $L_{max}$  = lunghezza massima della conduttura;
- 15 = fattore di aumento della resistenza con la temperatura;
- U = tensione in Volt (tensione concatenata per i circuiti trifase senza neutro e tensione di fase; per i circuiti trifase con neutro o monofase);
- S = sezione della conduttura in  $mm^2$ ;
- $I_{ccmin}$  = corrente di cortocircuito minima all'estremità della conduttura.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione Tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ RO	DOCUMENTO LF0000 001	REV. C	FOGLIO 14 DI 28

In riferimento al valore del corto circuito nel punto di installazione degli interruttori e al loro potere di interruzione, tutti gli interruttori devono poi soddisfare la seguente relazione:

$$P_i > I_{cc}$$

dove è:

- $P_i$  = potere di interruzione dell'interruttore;
- $I_{cc}$  = valore presunto della corrente di cortocircuito massimo nel punto di installazione.

La caduta di tensione, in riferimento alla sezione, al tipo di conduttore scelto, alle tabelle CEI-UNEL e alla lunghezza della linea di alimentazione deve in genere essere contenuta entro un massimo del 4%.

Per i calcoli si è applicata la seguente formula:

$$\Delta V = k \times I_b \times l \times (r \cos \varphi + x \sin \varphi)$$

dove è:

- $k = \sqrt{3}$  per linee trifasi;
- $k = 2$  per linee monofasi;
- $I_b$  = corrente di impiego della linea;
- $l$  = lunghezza della linea;
- $r$  = resistenza specifica della conduttura;
- $x$  = reattanza specifica della conduttura;
- $\varphi$  = angolo di sfasamento tra la tensione e la corrente.

Il valore della caduta di tensione percentuale si ricava da:

$$\Delta V \% = \frac{\Delta V}{V} \times 100$$

Nel punto di installazione di ciascun quadro BT sarà realizzato un collettore (nodo) principale di terra costituito da barra di rame di adeguate dimensioni; a valle del quadro di distribuzione sarà distribuito il conduttore di protezione (PE) per tutte le singole utenze per le quali è previsto, con sezione pari a:

- $S_p = S_f$  per  $S_f$  fino a 16 mm<sup>2</sup>

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione Tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ RO	DOCUMENTO LF0000 001	REV. C	FOGLIO 15 DI 28

- $S_p = 16 \text{ mm}^2$  per  $16 \text{ mm}^2 < S_f \leq 35 \text{ mm}^2$
- $S_p = S_f/2$  per  $S_f > 35 \text{ mm}^2$

### 3.2 Caratteristiche generali degli impianti

Nel presente paragrafo sono riportate le caratteristiche comuni a tutti gli impianti in termini di apparecchiature e materiali impiegati. Nel prosieguo del presente documento verranno descritti nel dettaglio i singoli impianti e le peculiarità progettuali di ciascuno di essi.

### 3.3 Cavidotti

Nel caso generale saranno costituiti da tubazioni interrato a profondità di almeno 50cm dal piano di calpestio. Le canalizzazioni in attraversamento in sottoterraneo delle viabilità dovranno essere conformi a quanto richiesto dall'art. 66. del "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada (D.P.R. 495/1992)" relativo agli "Attraversamenti in sottoterraneo o con strutture sopraelevate" e s.m.i.

I tubi dovranno essere a base di cloruro di vinile e/o polietilene ad alta densità, corrugato serie pesante classe N, conformi alle norme CEI 23-46 e CEI EN 50086-2-4, con marcatura costituita da contrassegno del fabbricante, marchio CE, IMQ o equivalente.

I cavidotti devono essere segnalati con nastro localizzatore con fili di acciaio individuabile con metodo induttivo. Il nastro, con la scritta "ATTENZIONE CAVI ELETTRICI" deve essere posizionato durante il reinterro, al di sopra di almeno 30 cm (norma UNI CEI 70030) sulla verticale della tubazione da proteggere.

### 3.4 Pozzetti di Ispezione

Tutti i pozzetti dovranno essere in cemento armato vibrato di idonee dimensioni. La resistenza caratteristica alla compressione del calcestruzzo non dovrà essere inferiore a:

- $45 \text{ N/mm}^2$  su un provino cubico di lato pari a 150 mm;
- $40 \text{ N/mm}^2$  su un provino cilindrico di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza.

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: <u>Mandante:</u> <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione Tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ RO	LF0000 001	C	16 DI 28

I tondi di acciaio per l'armatura dovranno rispondere alle norme Euronorm 80/81/82-1 (UNI 6407). Su ciascun elemento devono essere presenti la sigla o il marchio del costruttore. I chiusini dovranno rispondere alle norme UNI EN 124 ed essere realizzati in ghisa sferoidale con classe:

- B 125: Marciapiedi e zone di sosta per automobili
- D 400: Carreggiata

Tutti i coperchi devono riportare:

- l'indicazione EN 124 (quale marcatura della presente norma);
- la classe appropriata;
- il nome e/o il marchio di identificazione del fabbricante;
- il marchio di un ente di certificazione.

In particolare i pozzetti di ispezione della pubblica illuminazione, così come richiesto dal Comune di Bari, dovranno avere dimensioni interne minime 30x30 cm e, dovrà avere il chiusino in ghisa carrabile D400 se posizionato su strada e/o marciapiede, mentre dovrà essere in cemento e posizionato nel terreno nel caso di impianto a servizio di aree a verde. Lo stesso dovrà essere provvisto di soletta in cemento di spessore 15 cm armato con tondini da 6 mm al di sotto del chiusino e inghisato alle pareti laterali del pozzetto. Il pozzetto deve riportare la dicitura "Pubblica illuminazione".

### 3.5 Cavi

Le linee dorsali di alimentazione saranno costituite da cavi unipolari o multipolari con sezione pari a quella ricavata dai calcoli di dimensionamento e riportata sugli elaborati grafici e comunque non inferiore a 2,5 mm<sup>2</sup>.

Il dimensionamento dei cavi è ottenuto in funzione del tipo di posa, delle condizioni ambientali e del numero di circuiti coesistenti all'interno del cavidotto; essi sono stati dimensionati al fine di avere una caduta di tensione massima all'utilizzo del 4%.

I cavi per la derivazione agli apparecchi di illuminazione sono generalmente bipolari o tripolari, di tipo e sezione proporzionati al carico e agli impieghi dei suddetti (CEI EN 60598-1). I principali cavi per esterno devono avere la seguente sigla di identificazione:

- cavi multipolari (FG16OM16 0.6/1kV 0,6/1kV).



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl</b>						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione Tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ RO	LF0000 001	C	17 DI 28

### 3.6 Apparecchi Illuminanti

Generalmente per l'illuminazione delle viabilità oggetto della presente progettazione sono stati previsti corpi illuminanti di tipo stradale a tecnologia LED dalle seguenti caratteristiche di massima:

Apparecchio di illuminazione per esterni con ottica stradale a luce diretta, finalizzato all'impiego di sorgenti luminose con LED di potenza 162W e flusso luminoso pari a circa 18970 lm. Vano ottico realizzato in lega di alluminio, sottoposti a un processo di pre-trattamento multi step in cui le fasi principali sono: sgrassaggio, fluorozirconatura (strato protettivo superficiale) e sigillatura (strato nano-strutturato ai silani). La fase di verniciatura è realizzata con primer e vernice acrilica liquida, cotta a 150 °C, che fornisce un'alta resistenza agli agenti atmosferici.

Aventi possibilità di regolazione, anche tramite scala graduata, dell'inclinazione rispetto al manto stradale di +15°/-10° (a step di 5°) nel montaggio a testapalo e +5°/-20° (a step di 5°) nel montaggio laterale. Vetro di chiusura sodico-calcico spessore 5 mm. Grado di protezione IP67 garantito da guarnizioni siliconiche. Completo di circuito con LED monocromatici di potenza, riflettori in alluminio. Gruppo LED sostituibile. Gruppo di alimentazione collegato con connettori ad innesto rapido asportabile. Sistema automatico di controllo della temperatura interna. Alimentatore elettronico DALI; gruppo alimentazione sostituibile. Flusso luminoso emesso nell'emisfero superiore del Sistema in posizione orizzontale nullo.

Come prescritto dal comune di Bari i corpi illuminanti dovranno avere anche le seguenti caratteristiche:

- l'apparecchio (compreso driver) dovrà essere protetto dalle sovratensioni a 10 kV;
- essere provvisto di SPD di classe II;
- tecnologia LED con vita utile di 100.000 h all'80% (L80B20 a 25° C);
- classificazione rischio foto biologico pari a 0 (zero);
- telecontrollo organo illuminante con sistema compatibile a quello già in uso presso il centro di monitoraggio tecnologico;
- indice di resa cromatica CRI>80
- temperatura di colore 3000°K.

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl</b>						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione Tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ RO	LF0000 001	C	18 DI 28

I corpi illuminanti da scegliere in fase costruttiva dovranno essere conformi almeno alle caratteristiche di seguito riportate:

a) Requisiti generali:

Gli apparecchi di illuminazione dovranno essere in tutto conformi alle norme CEI-EN relative, al Decreto Legge 15 novembre 1996 n. 615 ed essere del tipo cut-off per evitare la dispersione del flusso luminoso verso l'alto e contenere il fenomeno dell'inquinamento luminoso (light pollution).

La progettazione, la costruzione e la fornitura degli apparecchi di illuminazione devono essere regolate da processi aziendali certificati secondo norme UNI EN ISO 9001. Tutti gli apparecchi forniti devono essere provvisti della marcatura CE prevista dalle direttive comunitarie applicabili. Una certificazione di parte terza (ENEC o Marchio nazionale equivalente), pur non essendo un requisito di legge, è auspicabile a dimostrazione del rispetto delle normative di sicurezza applicabili al prodotto. Il grado di protezione minimo richiesto per parte ottica gli apparecchi di illuminazione è IP65. Per le rimanenti parti è richiesto un grado di protezione IP 43 salvo diversa prescrizione dalle norme impianti. Nel caso di apparecchi con potenza elevata e per installazione in luoghi particolarmente umidi può essere necessaria la richiesta di un filtro anticondensa nel vano ottico. Gli apparecchi di illuminazione devono essere equipaggiati di condensatore di rifasamento in modo da portare il "cosφ " al valore 0,9. L'installazione deve poter avvenire agevolmente, e tutte le parti devono essere fatte in modo da garantire una corretta manovrabilità. Deve inoltre essere garantita una corretta accessibilità e manovrabilità dei dispositivi di serraggio al sostegno per consentire una installazione in condizioni agevoli e di sicurezza. L'installazione degli apparecchi di illuminazione e la relativa manutenzione deve poter avvenire mediante l'impiego delle normali attrezzature in dotazione al personale tecnico (spellafili, cacciaviti con punta a lama o a croce, chiavi fisse). Nel caso di armature stradali, l'apertura dell'apparecchio per la manutenzione ordinaria deve avvenire senza l'ausilio di utensili. Non devono, in particolare, essere presenti bave, spigoli vivi o imperfezioni che possano costituire pericolo di lesioni per l'operatore o pericolo di danneggiamento per i cavi di alimentazione e di cablaggio durante le operazioni di installazione e manutenzione. La resistenza meccanica degli involucri deve poter garantire che le parti apribili resistano a urti o

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl</b>						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione Tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ RO	LF0000 001	C	19 DI 28

movimenti bruschi che potrebbero occorrere durante le operazioni di installazione o manutenzione.

b) Corpo dell'apparecchio:

Le parti mobili di chiusura dell'apparecchio devono essere dotate di dispositivi di sicurezza che li trattengano in caso di caduta accidentale. Eventuali parti verniciate dell'involucro esterno dell'apparecchio devono essere tali da resistere alle intemperie in funzione dell'ambiente in cui vengono installati. Tale requisito può essere soddisfatto mediante una prova  $K_a$  di nebbia salina in accordo alla norma CEI EN-60068-2-11 con un grado di severità di 500h. Al termine della prova non devono verificarsi distaccamenti della vernice, tracce di corrosione o tracce di penetrazione. Gli apparecchi per installazione a sbraccio, devono essere dotati di un adeguato dispositivo di regolazione dell'inclinazione per permettere il recupero dell'angolo di inclinazione del braccio.

c) Componenti elettrici

La scelta dei componenti elettrici utilizzati è importante al fine di garantire un funzionamento corretto e sicuro delle lampade e dell'apparecchio stesso. Tutti i componenti forniti devono essere conformi alle normative applicabili e devono essere provvisti della marcatura CE (se prevista dalle direttive) e del marchio ENEC o marchio di sicurezza equivalente o di dichiarazione di conformità alle normative previste. In particolare deve essere fornita evidenza mediante apposita lista di riscontro di quanto sopra per i seguenti componenti le cui norme di riferimento sono:

- Unità di alimentazione e alimentatori: EN 61347-1 e relative parti seconde
- Condensatori di rifasamento: EN 61048; EN 61049
- Accenditori: EN 61347-2-1 e EN 60927;
- Portalampane: EN 60238 o EN 60400 o EN 60838-1182

d) Riflettori

Il corretto dimensionamento del riflettore, l'uso di materiali idonei e resistenti nel tempo, rappresenta un elemento importante per una garanzia di continuità di servizio anche in ottica di risparmio energetico. I riflettori devono essere costruiti e progettati in modo che siano caratterizzati da opportuni trattamenti superficiali che ne garantiscano le prestazioni nel tempo. Devono in ogni modo essere progettati o protetti in modo da evitare che sollecitazioni

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl</b>						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione Tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ RO	LF0000 001	C	20 DI 28

meccaniche esterne possano danneggiarli. Nel caso di utilizzo di riflettori in alluminio per illuminazione stradale essi devono essere realizzati da lastra di alluminio 10/10 con titolo minimo di 99,85% ed ossidazione di 5µm o migliorativo.

#### e) Manutenzione

Gli apparecchi di illuminazione devono essere realizzati in modo tale che le operazioni di manutenzione o pulizia possano effettuarsi con semplicità, senza rischi per gli operatori o per terzi. A seguito delle operazioni di manutenzione ordinaria deve poter essere esclusa la possibilità di riduzione della sicurezza degli apparecchi con particolare riferimento alla classe di protezione dai contatti indiretti. Nel caso di armature stradali in cui, a seguito dell'apertura del coperchio dell'apparecchio o di parti mobili, si accede ai componenti elettrici del cablaggio, è richiesto un sezionatore di sicurezza al fine di agevolare le operazioni di manutenzione. Le attività di manutenzione ordinaria devono poter essere eseguite senza la rimozione degli apparecchi dai relativi sostegni.

### 3.7 Pali di sostegno

I pali di sostegno per l'illuminazione pubblica, così come da richiesta del Comune di Bari, dovranno essere a forma conica dritti ottenuti mediante la laminazione a caldo di tubo in acciaio UNI EN 10025 / UNI EN 10219 saldato ad alta frequenza "E.R.W. (Electrical Resistance Welded)" UNI EN 10217:2005. La protezione superficiale, esterna ed interna, è assicurata mediante un processo di zincatura a caldo, effettuato in un bagno di zinco fuso secondo UNI EN ISO 1461, a richiesta di conformità alla norma CEI 7-6 fascicolo m. 239. Spessore (UNI EN ISO 2808:2008): 80-100 µm ottenuti per differenza dalla zincatura. Imbutitura (UNI EN ISO 1520:2007): ≥ 5 mm. Resistenza in nebbia salina (ASTM 117-B e UNI EN ISO 9227:2006): 1500 ore nebbia-salina non sono ammessi focolai di corrosione, è ammessa una propagazione sotto pellicolare fino 2 mm max. Ogni palo sarà corredato di etichetta CE con nome del costruttore, indirizzo, anno di costruzione, n° certificato, n° di identificazione organismo notificato (Istituto Giordano), norma di riferimento (EN 40-5) e codice del prodotto. In caso di urto con un veicolo (sicurezza passiva): classe 0. Spessore 4mm, base 152mm, testa 60mm. Completo di asola ingresso cavi, asola per morsettiera, borsino m.a.t. interno palo h. asola morsettiera posta ad h.2.5m da terra, morsettiera completa di SPD di classe II, portella in alluminio, guaina termorestringente e manicotto di rinforzo h.900mm (600mm fuori terra). Il colore RAL del sostegno dovrà essere tale da integrarsi con il contesto architettonico

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl</b>						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione Tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ RO	LF0000 001	C	21 DI 28

della zona di installazione e/o con il colore dei sostegni esistenti sul territorio Comunale. Il palo dovrà avere una finitura "Seaside". Il palo dovrà essere dotato di morsettiera in materiale sintetico con scaricatore di sovratensione delle seguenti caratteristiche:

- Tensione massima continuativa: 275 Vac
- Livello di protezione:  $\leq 1,5$  kV
- Corrente impulsiva nominale di scarica (8/20): 5 kA
- Corrente impulsiva di scarica totale: 20 kA
- Capacità di estinzione della corrente susseguente (N-PE): 100 A eff
- Protezione max da sovratensioni lato rete: 16 A gG
- Corrente di carico max AC: 10 A
- Coordinamento energetico secondo EN 62305-4

I pali avranno altezza pari a 9,00 m fuori terra secondo come specificato negli elaborati di progetto.

Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi.

Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola o a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in acciaio o codoli zincati a caldo.

Il plinto porta palo con pozzetto di ispezione dovrà essere in cemento prefabbricato con allegata relativa certificazione di rispondenza alle norme NTC.

### 3.8 Quadri elettrici

Nel punto di consegna indicato negli elaborati di progetto dovrà essere installato il quadro elettrico costituito da un contenitore del gruppo di misura e del complesso di protezione e comando in resina poliestere rinforzata con fibre di vetro del formato approssimativo di 50-75 cm di larghezza, 110-150 cm di altezza, profondità di 25-40 cm. L'involucro dovrà garantire ed essere certificato per le seguenti prove e/o prestazioni:

- grado di protezione interna non inferiore ad IP 54 (CEI 70-1).

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl</b>						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione Tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ RO	LF0000 001	C	22 DI 28

- verifica della stabilità termica, della resistenza al calore, della tenuta dielettrica, della resistenza alle intemperie ed alla corrosione, in conformità alla CEI EN 50298.

Tale contenitore dovrà essere diviso verticalmente in due vani con aperture separate in uno dei quali sarà installato il gruppo di misura installato dall'Ente Distributore, mentre nell'altro vano prenderanno posto le apparecchiature di comando, sezionamento e protezione delle linee di alimentazione dell'impianto di pubblica illuminazione. Le aperture dei due vani dovranno essere munite di apposita serratura. Il contenitore dovrà appoggiare su apposito zoccolo in CLS realizzato in opera che consenta l'ingresso dei cavi da entrambi i lati. Le apparecchiature elettriche dovranno essere conformi alle corrispondenti norme CEI; in particolare i teleruttori dovranno avere le caratteristiche secondo la norma CEI 17-3.

Le linee in partenza dovranno essere protette contro il sovraccarico, il corto circuito ed i contatti indiretti mediante l'uso di interruttori automatici con dispositivo differenziale a taratura fissa ( $I_d=0,3A$ ). Per tutti i circuiti previsti con intervento automatico (interruttori astronomici e/o temporizzati) sarà predisposto anche il comando manuale, attivabile tramite apposito commutatore a 3 posizioni. Gli organi di protezione dovranno essere dimensionati in modo da garantire la protezione contro i cortocircuiti dell'intero impianto secondo le norme CEI 64-8.

### **3.9 Impianto di terra**

Come prescritto dal comune di Bari, l'impianto di pubblica illuminazione sarà di classe I e pertanto sarà distribuito il cavo giallo verde. In prossimità del punto di installazione del quadro elettrico è prevista la realizzazione di un impianto di terra locale composto da due dispersori verticali di lunghezza  $L=1,5m$  infissi nel terreno e collegati tra loro con uno spezzone di corda di rame nuda di sezione pari a  $50mm^2$  interrata ad una profondità minima di 50cm. Il dispersore così formato verrà collegato tramite cavo FG17 alla carpenteria metallica del quadro elettrico contenuto all'interno dell'armadio di protezione in PRFV.

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione Tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ RO	LF0000 001	C	23 DI 28

## 4 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

### 4.1 NV02 – Nuova viabilità di via Omodeo km 1+446,53

La viabilità NV02 verrà realizzata in sostituzione della attuale Via Omodeo, a partire dall'incrocio con Via Amendola e fino all'incrocio con via Caldarola, per una estensione totale di circa 520 m.

Attualmente la via Omodeo sovrappassa il tracciato ferroviario della linea FSE nel tratto Bari SE – Mungivacca, per il quale, nel presente progetto è previsto il quadruplicamento nella stessa sede. Pertanto la nuova via Omodeo si svilupperà in parte (per un'estesa di circa 140m) su una nuova opera di scavalco costituita da un viadotto in CA sovrappassante il nuovo tracciato ferroviario.

La viabilità esistente risulta già illuminata con corpi illuminanti di tipo stradale con lampada al Sodio Alta Pressione, installati su pali in acciaio di altezza pari a circa 7 m f.t. L'impianto è alimentato da un quadro elettrico posizionato in prossimità dell'incrocio tra via Omodeo e via Amendola.

L'intervento in oggetto prevede l'installazione di pali in acciaio troncoconici dritti con sbraccio di 2,5 m ed altezza pari a 9 m f.t., con campata massima di 40 m disposti lungo entrambi i lati della carreggiata in maniera simmetrica rispetto all'asse.

Nelle zone esterne all'opera di scavalco i sostegni saranno infissi in blocchi di fondazione in CLS di dimensioni 100x100x100cm, mentre i pali ricadenti sulla soletta del viadotto saranno alloggiati in *bicchiere* o *cannone su piastra*, predisposto nella struttura portante della strada.

Su ciascuno di detti sostegni sarà installata una armatura stradale a LED del tipo descritto al paragrafo 3.2.4. L'impianto sarà alimentato da un nuovo quadro da posizionare all'inizio della nuova viabilità lato via Amendola, in corrispondenza del quale dovrà essere predisposta una nuova consegna di energia in BT con relativo contatore, da installare nell'armadio predisposto.

A partire da tale quadro, lungo i tratti ricadenti al di fuori del viadotto, dovranno essere realizzate canalizzazioni interrate composte da n° 2 tubi in PVC diametro 100 mm, con pozzetto di derivazione in CLS di dimensioni interne di 50x50 cm da posizionare in corrispondenza di ogni sostegno ed in corrispondenza degli attraversamenti e delle biforcazioni.

Lungo la struttura del viadotto le vie cavi saranno realizzate con canalette in acciaio zincato a caldo, di dimensioni 150x100 mm, da staffare al parapetto di protezione predisposto lungo il

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl</b>						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione Tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ RO	LF0000 001	C	24 DI 28

marciapiedi. Le derivazioni alle lampade saranno effettuate in scatole di derivazione stagne (IP≥54) in lega leggera, anch'esse staffate al parapetto.

In tali canalizzazioni saranno posate le dorsali principali di alimentazione, in cavo FG16OR16 di sezione conforme a quanto indicato negli elaborati di progetto. In corrispondenza di ciascun sostegno verrà effettuata la derivazione all'apparecchio illuminante, in cavo FG16OR16 2x2,5mm<sup>2</sup>.

La realizzazione del nuovo impianto comprende anche la rimozione di n° 24 pali esistenti (con altrettanti corpi illuminanti) disposti a quinconce lungo la attuale via Omodeo.

I dettagli relativi agli impianti descritti sono riscontrabili negli elaborati:

- IA3S01VZZP8LF0500001A - Planimetria con ubicazione cavidotti ed apparecchiature;
- IA3S01VZZWBLF0500001A - Sezioni e particolari
- IA3S01VZZDXLF0500001A - Quadri elettrici: schemi e fronte quadro

#### **4.2 NV03 – Viabilità accesso stazione Executive – Viale L. Einaudi**

La viabilità NV03 è di realizzazione totalmente nuova. Il tracciato di progetto si svilupperà per una estensione di circa 700m a partire dall'incrocio esistente tra via Amendola e la strada cieca via Cesare Diomede Fresa e fino al nuovo incrocio con via Padre Pio.

Nel tratto centrale la nuova viabilità sottopasserà il nuovo tracciato ferroviario, in corrispondenza della nuova stazione di Executive.

Il progetto dell'impianto di illuminazione prevede l'installazione di pali in acciaio troncoconici dritto con sbraccio di 2,5 m ed altezza pari a 9 m f.t., con campata massima di 40m disposti lungo entrambi i lati della carreggiata. Su ciascuno di detti sostegni sarà installata una armatura stradale a LED del tipo descritto al paragrafo 3.2.4.

In corrispondenza del sottopasso ferroviario, costituito da una struttura scatolare in CA di lunghezza pari a circa 50m ed altezza di intradosso a circa 5 m dal piano stradale composta da canne separate per i due sensi di marcia, verranno installati apparecchi illuminanti lineari costituiti da armatura stagna (IP65) con Corpo in acciaio stampato in un unico pezzo, verniciato a polvere epossipoliestere di colore bianco, schermo in policarbonato fotoinciso internamente, autoestingente V2, stabilizzato agli UV, stampato ad iniezione, dotata di lampade LED di potenza totale di circa 42 W.



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl</b>						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione Tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ RO	LF0000 001	C	25 DI 28

Tali corpi saranno installati “a plafone” al volto di ciascuna delle due gallerie, in asse alla carreggiata ed a passo di circa 10,50 m.

L'impianto sarà alimentato da un nuovo quadro da posizionare all'inizio della viabilità lato via Amendola, in corrispondenza del quale dovrà essere predisposta una nuova consegna di energia in BT con relativo contatore, da installare nell'armadio predisposto.

A partire da tale quadro dovranno essere realizzate canalizzazioni interrato composte da n°2 tubi in PVC diametro 100mm, con pozzetto di derivazione in CLS di dimensioni interne di 50x50cm da posizionare in corrispondenza di ogni sostegno ed in corrispondenza degli attraversamenti e delle biforcazioni.

In corrispondenza del sottopasso le canalizzazioni saranno realizzate con canaletta in acciaio zincato a caldo, di dimensioni 150x100mm staffata al volto della galleria. Le derivazioni alle lampade saranno effettuate in scatole di derivazione stagne (IP≥54) in lega leggera, anch'esse staffate al parapetto.

In tali canalizzazioni saranno posate le dorsali principali di alimentazione, in cavo FG16OR16 di sezione conforme a quanto indicato negli elaborati di progetto. In corrispondenza di ciascun sostegno verrà effettuata la derivazione all'apparecchio illuminante, in cavo FG16OR16 2x2,5mm<sup>2</sup>.

La realizzazione del nuovo impianto comprende anche la rimozione di n° 5 pali esistenti (con altrettanti corpi illuminanti) disposti lungo la via Cesare Diomede Fresa e di un ulteriore palo in corrispondenza dell'incrocio con via Padre Pio.

I dettagli relativi agli impianti descritti sono riscontrabili negli elaborati:

- IA3S01VZZP8LF0600001A - Planimetria con ubicazione cavidotti ed apparecchiature;
- IA3S01VZZPALF0600001A - Pianta sottovia con ubicazione cavidotti ed apparecchiature;
- IA3S01VZZWBLF0600001A - Sezioni e particolari
- IA3S01VZZDXLF0600001A - Quadri elettrici: schemi e fronte quadro

#### **4.3 NV08 – Nuova viabilità strada Vecchia della Marina km 6+783,66**

Anche la viabilità NV08 è di realizzazione totalmente nuova. Il tracciato di progetto si svilupperà per una estensione di circa 530 m nel comune di Triggiano, e consentirà l'accesso all'omonima fermata.

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl</b>						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione Tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ RO	LF0000 001	C	26 DI 28

L'impianto di illuminazione stradale sarà realizzato con pali in acciaio troncoconici dritti con sbraccio di 2,5 m ed altezza pari a 9 m f.t., con campata massima di 28 m disposti lateralmente alla carreggiata. Su ciascuno di detti sostegni sarà installata una armatura stradale a LED del tipo descritto al paragrafo 3.2.4.

L'impianto sarà alimentato da un nuovo quadro da posizionare all'estremità della strada lato fermata Triggiano, in corrispondenza del quale dovrà essere predisposta una nuova consegna di energia in BT con relativo contatore, da installare nell'armadio predisposto.

A partire da tale quadro dovranno essere realizzate canalizzazioni interrato composte da n° 2 tubi in PVC diametro 100mm, con pozzetto di derivazione in CLS di dimensioni interne di 50x50cm da posizionare in corrispondenza di ogni sostegno ed in corrispondenza degli attraversamenti e delle biforcazioni.

All'interno di tali canalizzazioni saranno posate le dorsali principali di alimentazione, in cavo FG16(O)R16 di sezione conforme a quanto indicato negli elaborati di progetto. In corrispondenza di ciascun sostegno verrà effettuata la derivazione all'apparecchio illuminante, in cavo FG16(O)R16 2x2,5mm<sup>2</sup>.

I dettagli relativi agli impianti descritti sono riscontrabili negli elaborati:

- IA3S01VZZP8LF0900001A - Planimetria con ubicazione cavidotti ed apparecchiature;
- IA3S01VZZWBLF0900001A - Sezioni e particolari
- IA3S01VZZDXLF0900001A - Quadri elettrici: schemi e fronte quadro

#### **4.4 NV09 – Nuova viabilità di accesso e piazzale fermata Triggiano**

Anche la viabilità NV09, come la precedente, è di realizzazione totalmente nuova. Il tracciato di progetto si svilupperà per una estensione molto breve (circa 130 m) a partire dall'incrocio con la nuova NV08 e fino alla fermata di Triggiano ed al relativo parcheggio. Il progetto in parola prevede l'illuminazione sia della viabilità che del parcheggio.

L'impianto di illuminazione stradale sarà realizzato con pali in acciaio troncoconici dritti con sbraccio di 2,5 m ed altezza pari a 9 m f.t., con campata massima di 34m disposti lateralmente alla carreggiata. Su ciascuno di detti sostegni sarà installata una armatura stradale a LED del tipo descritto al paragrafo 3.2.4.

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl</b>						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione Tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ RO	LF0000 001	C	27 DI 28

L'impianto di illuminazione del parcheggio verrà realizzato con sostegni e corpi illuminanti dello stesso tipo di quelli utilizzati per la strada, ma configurati dove necessario con doppio sbraccio e campate di lunghezza maggiore, in modo da ottenere valori di illuminamento caratteristici del parcheggio.

L'impianto sarà alimentato da un nuovo quadro da posizionare all'interno del parcheggio, in corrispondenza del quale dovrà essere predisposta una nuova consegna di energia in BT con relativo contatore, da installare nell'armadio predisposto.

A partire da tale quadro dovranno essere realizzate canalizzazioni interrato composte da n° 2 tubi in PVC diametro 100mm, con pozzetto di derivazione in CLS di dimensioni interne di 50x50cm da posizionare in corrispondenza di ogni sostegno ed in corrispondenza degli attraversamenti e delle biforcazioni.

All'interno di tali canalizzazioni saranno posate le dorsali principali di alimentazione, in cavo FG16(O)R16 di sezione conforme a quanto indicato negli elaborati di progetto. In corrispondenza di ciascun sostegno verrà effettuata la derivazione all'apparecchio illuminante, in cavo FG16(O)R16 2x2,5 mm<sup>2</sup>.

I dettagli relativi agli impianti descritti sono riscontrabili negli elaborati:

- IA3S01VZZP8LF1000001A - Planimetria con ubicazione cavidotti ed apparecchiature;
- IA3S01VZZWBLF1000001A - Sezioni e particolari
- IA3S01VZZDXLF1000001A - Quadri elettrici: schemi e fronte quadro

<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>Relazione Tecnica</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>V ZZ RO</b>	DOCUMENTO <b>LF0000 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>28 DI 28</b>

## 5 CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE

Relativamente al calcolo dei blocchi di fondazione per i sostegni dell'illuminazione si rimanda all'allegato 1 della presente relazione, nel quale sono descritte le strutture, i materiali e le verifiche effettuate.

**ALLEGATO 1 ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001**  
**CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE**

**INDICE**

<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>
<b>2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>
<b>2.1. ELABORATI DI PROGETTO .....</b>	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>
<b>2.2. RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>
<b>3. DESCRIZIONE GENERALE.....</b>	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>
<b>3.1. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO .....</b>	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>
<b>3.2. CARATTERISTICHE GENERALI DEGLI IMPIANTI..</b>	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>
<b>3.2.1. CAVIDOTTI.....</b>	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>
<b>3.2.2. POZZETTI DI ISPEZIONE .....</b>	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>
<b>3.2.3. CAVI.....</b>	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>
<b>3.2.4. APPARECCHI ILLUMINANTI.....</b>	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>
<b>3.2.5. PALI DI SOSTEGNO .....</b>	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>
<b>3.2.6. QUADRI ELETTRICI.....</b>	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>
<b>3.2.7. IMPIANTO DI TERRA.....</b>	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>
<b>4. DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI.....</b>	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>
<b>4.1.1. NV02 – NUOVA VIABILITÀ DI VIA OMODEO KM 1+446,53...</b>	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>
<b>4.1.2. NV03 – VIABILITÀ ACCESSO STAZIONE EXECUTIVE – VIALE L. EINAUDI .....</b>	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>
<b>4.1.3. NV08 – NUOVA VIABILITÀ STRADA VECCHIA DELLA MARINA KM 6+783,66.....</b>	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>
<b>4.1.4. NV09 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO E PIAZZALE FERMATA TRIGGIANO.....</b>	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>

**ALLEGATO 1** ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001  
CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE

## **1 CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE**

La presente relazione di calcolo si inserisce tra le attività di progettazione impiantistica necessaria alla redazione del Progetto esecutivo per la realizzazione della linea ferroviaria Napoli-Bari, tratta Napoli-Cancello.

In particolare a seguire si espongono le verifiche necessarie per i plinti di fondazione dei pali di sostegno utilizzati per l'illuminazione su pali esterna.

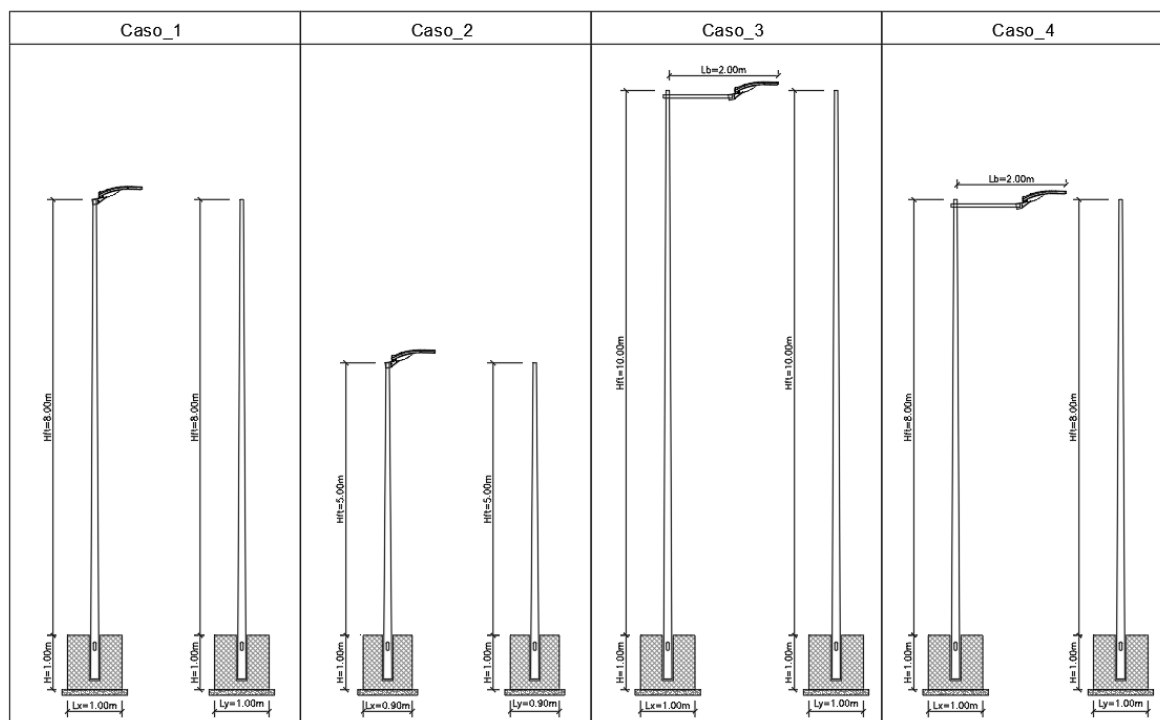
Il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche allo stato limite ultimo e allo stato limite di esercizio sono state condotte attraverso un foglio di calcolo realizzato ad hoc, nelle ipotesi di materiale elastico, omogeneo e isotropo a trazione e a compressione, nel rispetto delle seguenti normative vigenti:

- **D.M. del 14.01.2008:**  
“Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- **C.M. del 02.02.2009:**  
“Istruzioni per l’esecuzione delle Nuove Norme per le Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008”;
- **Norma UNI ENV 1993-1-1 (Eurocodice 3)**  
“Progettazione delle strutture di acciaio”.

**ALLEGATO 1 ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001**  
**CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE**

**2 DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE**

I pali di sostegno degli apparecchi illuminanti dovranno essere conformi alle norme UNI EN 40; essi saranno di tipo troncoconico dritto installati ad infissione in fondazioni realizzate tramite un blocco unico di calcestruzzo armato di forma parallelepipedica. Nello specifico si riconoscono n.4 casi di studio per i quali se ne espongono le caratteristiche geometriche.



GEOMETRIA								
Caso	PALO					BLOCCO		
	H <sub>ft</sub> [m]	H <sub>TOT</sub> [m]	L <sub>b</sub> [m]	Ø <sub>b</sub> [mm]	Ø <sub>t</sub> [mm]	L <sub>x</sub> [m]	L <sub>y</sub> [m]	H [m]
Caso_1	8,00	8,80	-	153	60	1,00	1,00	1,00
Caso_2	5,00	5,80	-	153	60	0,90	0,90	1,00
Caso_3	10,00	10,80	2,00	153	60	1,00	1,00	1,00
Caso_4	8,00	8,80	2,00	153	60	1,00	1,00	1,00

In cui:

- H<sub>ft</sub>: altezza fuori terra del palo;
- H<sub>TOT</sub>: altezza totale del palo;
- L<sub>b</sub>: lunghezza dello sbraccio;
- Ø<sub>b</sub>: diametro di base del palo;
- Ø<sub>t</sub>: diametro di sommità del palo;
- L<sub>x</sub>: dimensione in direzione X del blocco;
- L<sub>y</sub>: dimensione in direzione Y del blocco;
- H: altezza del blocco;

Il palo sarà realizzato in lamiera di acciaio di qualità almeno pari ad S235, piegata e saldata longitudinalmente.

Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola o a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in acciaio o codoli zincati a caldo.

**ALLEGATO 1** ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001  
CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE

A valle di quanto esposto si riconoscono solo due tipologie di blocco di fondazione, per i quali si esamina il caso più gravoso:

- Caso\_2;
- Caso\_3.



**ALLEGATO 1 ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001**  
**CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE**

### 3 DESCRIZIONE DEI MATERIALI

I materiali che costituiscono l'opera nel suo complesso sono:

- Acciaio zincato e verniciato, per la mensola di sostegno del corpo illuminante;
- Acciaio S235 JR, per quanto riguarda il palo;
- Calcestruzzo armato per il plinto di fondazione.

Di seguito si riportano le caratteristiche meccaniche di ciascun materiale:

#### 3.1 Strutture metalliche: Struttura in elevazione

Riferimento normativo UNI EN 10025-2.

Profilati laminati a caldo:	UNI EN 10025 S 235 JR:
Tensione di snervamento	$f_{yk} = 2350$ [daN /cm <sup>2</sup> ]
Tensione di rottura	$f_{tk} = 3600$ [daN /cm <sup>2</sup> ]
Modulo di elasticità	$E = 210000$ N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.3$
Coeff. espansione termica lineare	$\alpha = 12 \times 10^{-6}$ per °C <sup>-1</sup>
Densità	$\rho = 7850$ kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente sicurezza	$\gamma_{M0} = 1,05$ (Resistenza Sezioni)
Coefficiente sicurezza	$\gamma_{M0} = 1,05$ (Resistenza all'instabilità)
Coefficiente sicurezza	$\gamma_{M2} = 1,25$ (Resistenza sezioni forate)

#### 3.2 Opere in c.a.: Struttura fondale

Riferimento normativo UNI EN 206-1 (Specificazione, prestazione, produzione e conformità) e UNI 11104 (Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1).

Classe di resistenza:	C25/30 ( $R_{ck}300$ )
Classe di esposizione:	XC2
Classe di consistenza slump:	S4
Contenuto minimo di cemento:	300 Kg/mc
Rapporto A/C:	$\leq 0.60$
Aggregato:	Conforme a UNI EN 12620
Massima dimensione aggregato:	25 mm

**ALLEGATO 1 ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001**  
**CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE**

Acqua :	Conforme a UNI EN 1008
Cemento :	CEM II/A-LL 42.5 R (Conforme alla UNI-EN 197/1)
Resistenza caratteristica cubica:	$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica:	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica media:	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a trazione semplice:	$f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3} = 2.56 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a trazione per flessione:	$f_{ctm} = 1.2 f_{ctm} = 3.08 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione semplice (5%):	$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm} = 1.79 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione semplice (95%):	$f_{ctk} = 1.3 f_{ctm} = 3.33 \text{ N/mm}^2$
Modulo di elasticità longitudinale	$E_{cm} = 22.000 [f_{cm}/10]^{0.3} = 31476 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.1$
Coeff. espansione termica lineare	$\alpha = 10 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$
Densità	$\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$
Coefficiente sicurezza SLU	$\gamma_C = 1,50$
Resistenza di calcolo a compressione SLU	$f_{cd} = 0,85 f_{ck} / \gamma_C = 14.17 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) SLU	$f_{ctd} = 0.7 f_{ctk} / \gamma_C = 1.20 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente sicurezza SLE	$\gamma_C = 1,00$
combinazione rara	$\sigma_{c,ad} = 0,60 f_{ck} = 15.00 \text{ N/mm}^2$
combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,ad} = 0,45 f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

**Acciaio per calcestruzzo armato**

Acciaio per calcestruzzo armato tipo B 450 C secondo DM 14.01.2008 avente le seguenti caratteristiche:

Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_s = 206000 \text{ N/mm}^2$
Rapporto	$1,15 \leq (f_t/f_y)_k < 1,35$ (frattile 10%)
Rapporto	$(f_y/f_{y, nom})_k \leq 1,25$ (frattile 10%)
Allungamento	$(A_{gt})_k \geq 7,5\%$ (frattile 10%)

**ALLEGATO 1** ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001  
CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE

Coefficiente sicurezza SLU

$$\gamma_S = 1,15$$

Resistenza di calcolo SLU

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 391,30 \text{ N/mm}^2$$

Tensione di calcolo SLE

$$\sigma_{y,ad} = 0,80 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$$

**ALLEGATO 1** ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001  
CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE

**4 IL TERRENO DI FONDAZIONE**

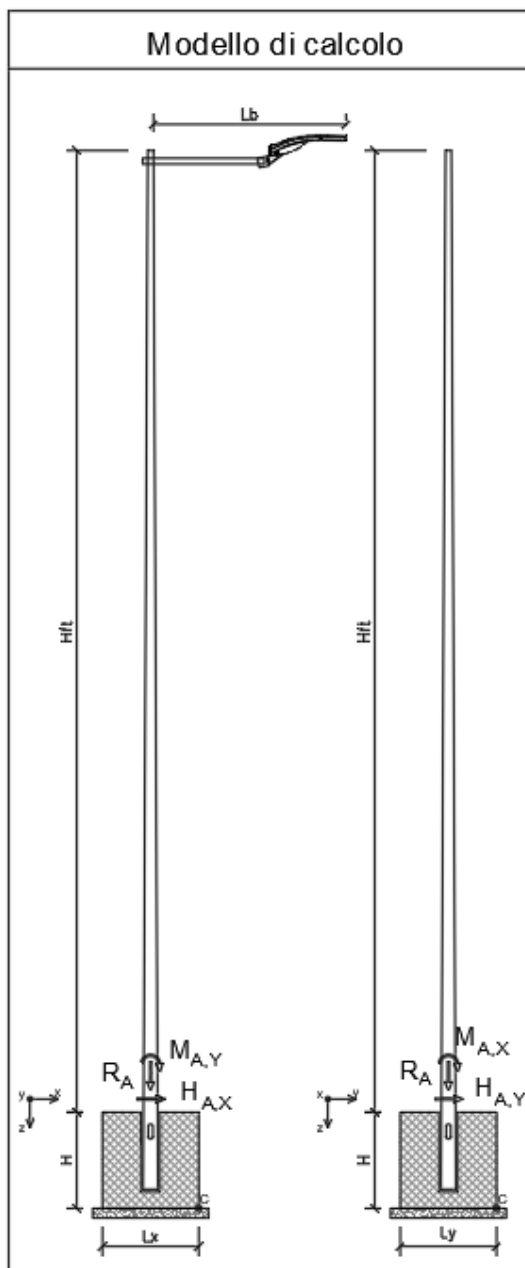
I calcoli, di cui alla presente Relazione Tecnica, sono stati condotti considerando le seguenti caratteristiche geotecniche:

<b>Caratteristiche geotecniche</b>	
Tipo di terreno	Rilevato Stradale
$\gamma$ (peso specifico)	19,00 [kN/m <sup>3</sup> ]
$\varphi$ (angolo di attrito interno)	35 [°]
c (coesione)	0,00 [kPa]
$k_a$ (coefficiente di spinta attiva)	0,27 [-]
$k_p$ (coefficiente di spinta passiva)	3,69 [-]
$k_h$ (coefficiente sismico orizzontale)	0,18 [-]
$k_v$ (coefficiente sismico verticale)	0,09 [-]
$k_{as}$ (coefficiente di spinta attiva sismica)	0,397 [-]
$k_{ps}$ (coefficiente di spinta passiva sismica)	2,52 [-]

**ALLEGATO 1** ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001  
CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE

**5 MODELLO DI CALCOLO**

Per il calcolo delle sollecitazioni alla base del sostegno, si è fatto ricorso allo schema di mensola incastrata, di luce pari all'altezza fuori terra ( $H_{ft}$ ) del palo. Così da ricavar gli scarichi in testa al plinto di fondazione considerato.



Le reazioni alla base vengono articolate come segue:

- $R_A$ : forza verticale in direzione Z (asse z);
- $H_{A,X}$ : forza orizzontale in direzione X (asse x);
- $H_{A,Y}$ : forza orizzontale in direzione Y (asse y);
- $M_{A,Y}$ : momento intorno all'asse Y (piano xz);
- $M_{A,X}$ : momento intorno all'asse X (piano yz).

**ALLEGATO 1** ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001  
CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE

Note le azioni in testa al blocco di fondazione è possibile trasferire queste alla base della fondazione (tenendo in debito conto il peso proprio del blocco in c.a.) e, quindi, condurre le verifiche.

**ALLEGATO 1 ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001**  
**CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE**

## 6 ANALISI DEI CARICHI

Come carichi agenti sul blocco di fondazione:

### 6.1 Peso proprio elementi strutturali - $G_1$

Il peso proprio degli elementi strutturali risulta essere il peso proprio del blocco in c.a. ( $\gamma_{cls}=25\text{kN/m}^3$ ):

$$- \text{P.P.}_{\text{BLOCCO}} = (L_x \times L_y \times H) \times \gamma_{cls};$$

Caso	Peso Proprio del blocco di fondazione				
	$L_x$ [m]	$L_y$ [m]	H [m]	$\gamma_{cls}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	P.P. <sub>BLOCCO</sub> [kN]
Caso_2	0,90	0,90	1,00	25	20,3
Caso_3	1,00	1,00	1,00	25	25,0

Il P.P.<sub>BLOCCO</sub> produce solamente una azione verticale ( $R_A$ ) alla base del blocco stesso.

### 6.2 Peso proprio non strutturale – $G_2$

Tali carichi sono costituiti dal peso proprio del palo, dello sbraccio e del corpo illuminante. Considerato un peso specifico dell'acciaio pari a  $7850\text{kg/m}^3$  ( $76,98\text{kN/m}^3$ ) e nota la geometria del palo e dello sbraccio, si ha:

Caso	P.P. <sub>PALO</sub> [kN]	P.P. <sub>SBRACCIO</sub> [kN]	$d_{\text{SBRACCIO}}$ [m]	$M_{A,Y_{\text{SBRACCIO}}}$ [kNm]	P.P. <sub>CORPO ILL.</sub> [kN]	$d_{\text{CORPO ILL.}}$ [m]	$M_{A,Y_{\text{CORPO ILL.}}}$ [kNm]
Caso_2	0,53	0,00	0,00	0,00	0,20	0,46	0,10
Caso_3	1,08	0,14	0,55	0,08	0,20	1,60	0,32

Il P.P.<sub>PALO</sub> agisce nella mezzeria del blocco di fondazione producendo pertanto solo una azione verticale ( $R_A$ ); il P.P.<sub>SBRACCIO</sub> e P.P.<sub>CORPO ILL.</sub> agiscono ad una distanza, rispettivamente  $d_{\text{SBRACCIO}}$  e  $d_{\text{CORPO ILL.}}$ , dalla mezzeria del blocco di fondazione producendo, oltre che una azione verticale ( $R_A$ ), un momento flettente intorno all'asse Y ( $M_{AY}$ ).

### 6.3 Sovraccarichi variabili

Trattandosi di struttura complessivamente isostatica si è considerato trascurabile l'influenza della temperatura sulle tensioni.

Tra le azioni variabili agiscono sicuramente i carichi dovuti alla neve e all'azione orizzontale del vento.





**ALLEGATO 1 ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001**  
**CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE**

Da cui:

$$q_s = \mu_i \times q_{sk} \times C_E \times C_t = 0,8 \times 0,60 \times 1 \times 1 = \mathbf{0,48kN/m^2}$$

Tale carico viene applicato sulla superficie in pianta del proiettore e sulla mensola di sostegno dello stesso; la forza risultante in testa al palo è:

Caso	N <sub>SBRACCIO</sub> [kN]	d <sub>SBRACCIO</sub> [m]	M <sub>A,Y,N_SBRACCIO</sub> [kNm]	N <sub>CORPO ILL.</sub> [kN]	d <sub>CORPO ILL.</sub> [m]	M <sub>A,Y,N_CORPO ILL.</sub> [kNm]
Caso_2	0,00	0,00	0,00	0,17	0,46	0,08
Caso_3	0,10	0,55	0,06	0,17	1,60	0,27

Il carico dovuto alla neve sullo sbraccio (N<sub>SBRACCIO</sub>) e sul corpo illuminante (N<sub>CORPO ILL.</sub>) agiscono ad una distanza, rispettivamente d<sub>SBRACCIO</sub> e d<sub>CORPO ILL.</sub>, dalla mezzeria del blocco di fondazione producendo, oltre che una azione verticale (R<sub>A</sub>), un momento flettente intorno all'asse Y (M<sub>AY</sub>).

### 6.3.2 Azione del vento (Q<sub>2</sub>, Q<sub>3</sub>)

Con riferimento al paragrafo 3.3 del D.M. LL.PP. 14/01/2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni", la pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_b C_e C_p C_d$$

dove:

q<sub>b</sub> è la pressione cinetica di riferimento

C<sub>e</sub> è il coefficiente di esposizione

C<sub>p</sub> è il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento;

C<sub>d</sub> è il coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali.

#### 6.3.2.1 PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO

La pressione cinetica di riferimento q<sub>b</sub> (in N/m<sup>2</sup>) è data dall'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2$$

dove:

v<sub>b</sub> è la velocità di riferimento del vento (in m/s);

ρ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 kg/m<sup>3</sup>

**ALLEGATO 1 ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001**  
**CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE**

La velocità di riferimento  $v_b$  è il valore caratteristico della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II (vedi Tab. 3.3.II), mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni.

In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche  $v_b$  è data dall'espressione:

$$v_b = v_{b,0} \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0) \quad \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

$v_{b,0}$ ,  $a_0$ ,  $k_a$  sono parametri forniti nella Tab. 3.3.I e legati alla regione in cui sorge la costruzione in esame,

$a_s$  è l'altitudine sul livello del mare (in m) del sito ove sorge la costruzione.

**Tabella 3.3.I - Valori dei parametri  $v_{b,0}$ ,  $a_0$ ,  $k_a$**

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_a$ [1/s]
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,010
2	Emilia Romagna	25	750	0,015
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,020
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,020
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,015
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,020
7	Liguria	28	1000	0,015
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,010
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,020

Per cui essendo:

- Zona 3 (Puglia);
- $a_s \approx 30\text{m s.l.m.} < a_0 = 500\text{m}$ ;
- $v_b = v_{b,0} = 27\text{m/s}$ .

Si ha:

$$q_b = 0,5 \times 1,25 \times 27^2 = 456\text{N/m}^2$$

### 6.3.2.2 COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE

Il coefficiente di esposizione  $c_e$  dipende dall'altezza  $z$  sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. In assenza di analisi sul sito, ci si riferisce alla formula:

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

dove

- $k_r$ ,  $z_0$ ,  $z_{\min}$  sono funzione della categoria di esposizione del sito;
- $c_t$  è il coefficiente di topografia.

**ALLEGATO 1 ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001**  
**CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE**

**Tabella 3.3.II – Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione**

Categoria di esposizione del sito	$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

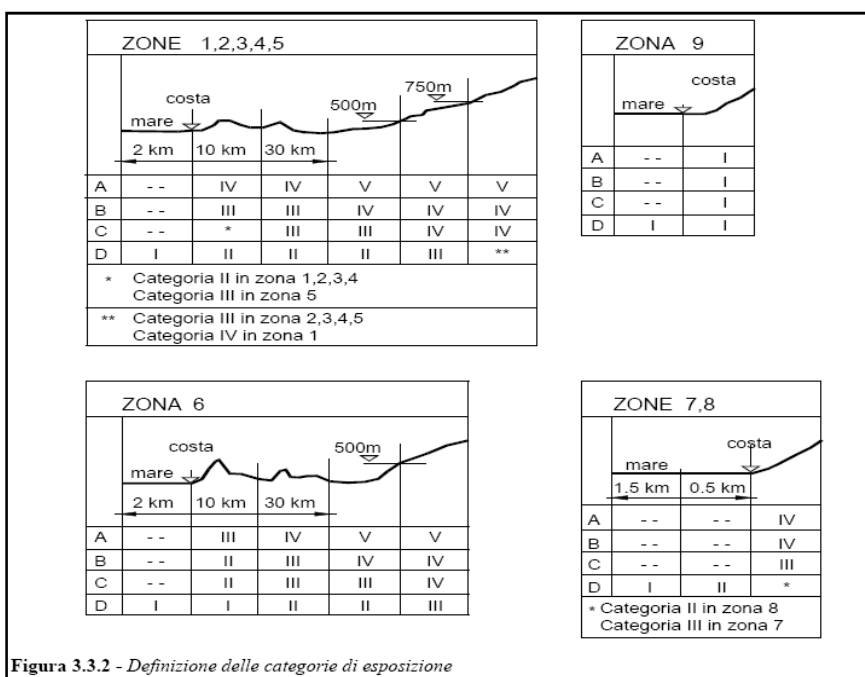
In mancanza di analisi specifiche, la categoria di esposizione è assegnata nella Fig. 3.3.2 del D.M. 2008 in funzione della posizione geografica del sito e della classe di rugosità del terreno definita in Tab. 3.3.III. Nelle fasce entro i 2 km dalla costa di tutte le zone, la categoria di esposizione è indipendente dall'altitudine del sito.

Il coefficiente di topografia  $c_t$  è posto generalmente pari a 1, sia per le zone pianeggianti sia per quelle ondulate, collinose e montane.

**Tabella 3.3.III - Classi di rugosità del terreno**

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.



**Figura 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione**

**ALLEGATO 1 ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001**  
**CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE**

Essendo la struttura in oggetto in classe di rugosità del terreno B, e trovandosi il sito entro i 10 km dalla costa e ad una quota non superiore ai 500 m, risulta una classe di esposizione di tipo III, a cui corrispondono i valori:

$$k_r = 0,20, z_0 = 0,10\text{m}, z_{\min} = 5,0\text{m} \quad (\text{Tab. 3.3.II})$$

essendo  $z = 10,0\text{m} > z_{\min}$  (si considera la massima altezza tra i due casi considerati), si ha:

$$c_e = 2,14$$

### 6.3.2.3 COEFFICIENTE DI FORMA

Il palo può essere considerato come un corpo cilindrico (§C3.3.10.6 della Circolare esplicativa NTC2008), al quale viene assegnato un diametro medio  $d_m$  (essendo il diametro variabile lungo la direzione longitudinale dell'elemento viene considerato un diametro medio tra quello di testa, 60mm, e quello al piede, 153mm) pari a circa 107mm. Indicando con  $q$  il prodotto tra  $q_b$  e  $c_e$  definiti in precedenza, si ha:

$$c_p = 0,91 \quad 2,2 < d_m \times (q)^{0,5} \leq 4,2 \quad [\text{C3.3.10.6}]$$

### 6.3.2.4 COEFFICIENTE DINAMICO

Il coefficiente dinamico tiene in conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura.

$$c_d = 1$$

In definitiva, per la pressione del vento sia sul palo che sul braccio si assume il valore:

$$p = q_b c_e c_p c_d = 0,456 \times 2,13 \times 0,91 \times 1 = 0,88\text{kN/m}^2$$

### 6.3.3 Vento in direzione X ( $Q_2$ )

Tale carico viene applicato sulla superficie verticale del palo; la forza risultante, agente nella mezzeria del pali, è pari a:

Caso	$V_{X\_PALO}$ [kN]	$h_{VENTO}$ [m]	$M_{A,Y,V}$ [kNm]
Caso_2	0,47	2,50	1,18
Caso_3	0,94	5,00	4,70

Il carico dovuto all'azione da vento sul palo in direzione X ( $V_{X\_PALO}$ ) agisce ad una distanza ( $h_{PALO}$ ) dalla testa del blocco di fondazione producendo, oltre che una azione orizzontale in direzione X ( $H_{A,X}$ ), un momento flettente intorno all'asse Y ( $M_{AY}$ ).

**ALLEGATO 1** ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001  
CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE

6.3.4 *Vento in direzione Y ( $Q_3$ )*

Tale carico viene applicato sulla superficie verticale del palo; la forza risultante, agente nella mezzeria del pali, è pari a:

Caso	$V_{Y\_PALO}$ [kN]	$h_{VENTO}$ [m]	$M_{A,X,V}$ [kNm]
Caso_2	0,47	2,50	1,18
Caso_3	0,94	5,00	4,70

Il carico dovuto all'azione da vento sul palo in direzione Y ( $V_{Y\_PALO}$ ) agisce ad una distanza ( $h_{PALO}$ ) dalla testa del blocco di fondazione producendo, oltre che una azione orizzontale in direzione Y ( $H_{A,Y}$ ), un momento flettente intorno all'asse X ( $M_{AX}$ ).

6.4 **Azione Sismica**

Per il calcolo dell'azione sismica si fa riferimento agli spettri della NTC 2008.

Nel presente progetto è stata verificata la combinazione di carico sismica con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV).

6.4.1 *Zonazione sismica*

I valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_C^*$ , relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento, sono forniti nelle tabelle riportate nell'Allegato B delle NTC08, in funzione di prefissati valori del periodo di ritorno  $T_R$ . L'accelerazione al sito  $a_g$  è espressa in g/10,  $F_0$  è adimensionale,  $T_C^*$  è espresso in secondi.

I punti del reticolo di riferimento sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine ed ordinati a latitudine e longitudine crescenti, facendo variare prima la Longitudine e poi la Latitudine.

I punti di interesse per il calcolo dell'azione sismica sono stati identificati nelle località di Acerra (NA):

Longitudine = **14,3771**

Latitudine = **40,9517**

6.4.2 *Vita Nominale*

La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve essere usata per lo scopo al quale è destinata. Nel caso in oggetto, la vita nominale risulta  $V_N = 50$  anni.

6.4.3 *Classe d'uso*

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operativa o di un'eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classe d'uso. Nel caso in oggetto, si fa riferimento alla **Classe II**.

**ALLEGATO 1 ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001**  
**CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE**

6.4.4 *Periodo di riferimento per l'azione sismica*

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ . Tale coefficiente è funzione della classe d'uso e nel caso specifico assume valore pari a  $C_U = 1,0$  per la classe d'uso II.

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \times 1,0 = 50 \text{anni}$$

6.4.5 *Azioni di progetto*

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC 08, dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle NTC 08 sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- $a_g$ : accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$ : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_C^*$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le forme spettrali previste dalle NTC 08 sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e da vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento  $V_R$  della costruzione;
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento  $P_{VR}$  associate agli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

A tal fine si utilizza come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$ , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento  $V_R$ , i due parametri  $T_R$  e  $P_{VR}$  sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante la seguente espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = -\frac{75}{\ln(1 - 0.1)} \approx 712 \text{ anni}$$

Qualora la attuale pericolosità sismica sul reticolo di riferimento non contempli il periodo di ritorno  $T_R$  corrispondente alla  $V_R$  e alla  $P_{VR}$  fissate, il valore del generico parametro  $p$  ( $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_C^*$ ) ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione, a partire dai dati relativi ai  $T_R$  previsti nella pericolosità sismica, utilizzando l'espressione seguente:

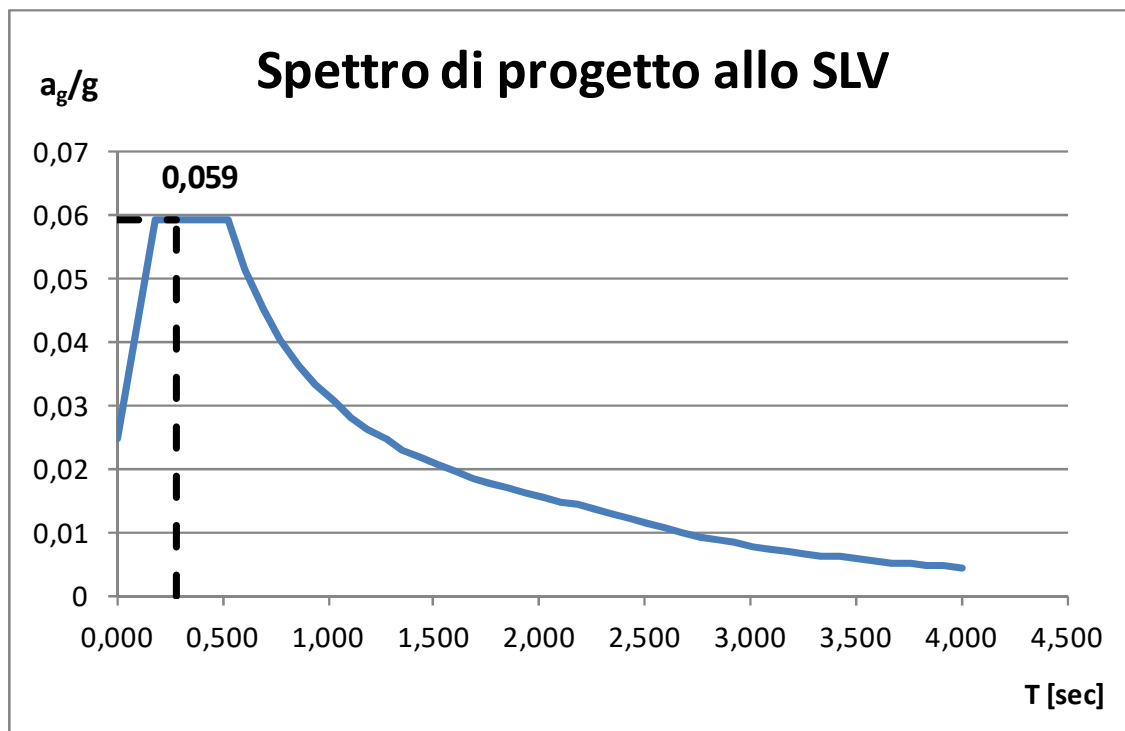
$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[ \log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right) \right]^{-1}$$



**ALLEGATO 1 ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001**  
**CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE**

6.4.11 *Spettri di risposta*

Di seguito si riporta lo spettro di risposta per il sito in esame, con evidenza dell'accelerazione spettrale di riferimento:



La massima accelerazione spettrale di riferimento viene assunta pari a  $a_g/g = 0,059$ , avendo considerato quale periodo proprio principale per la struttura in esame:

**Periodo proprio approssimato da normativa**

$$T_1 = C_1 \times H^{(3/4)} = 0,281$$

Le azioni sismiche sono di conseguenza calcolate quali azioni statiche equivalenti, ipotizzate concentrate in testa al palo, considerate alla stessa stregua di un oscillatore semplice, secondo la seconda legge della dinamica:

$$F = m \times a = (P.P.PALO + P.P.SBRACCIO + P.P.CORPO ILL.) \times 0,059;$$

Caso	P.P.PALO [kN]	P.P.SBRACCIO [kN]	P.P.CORPO ILL. [kN]	F <sub>SIS</sub> [kN]	h <sub>SIS</sub> [m]	M <sub>A_SIS</sub> [kNm]
Caso_2	0,53	0,00	0,20	0,043	5,00	0,22
Caso_3	1,08	0,14	0,20	0,084	10,00	0,84



**ALLEGATO 1** ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001  
CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE

Il carico orizzontale dovuto all'azione sismica sul palo agisce ad una distanza ( $h_{SIS}$ ) dalla testa del blocco di fondazione producendo, oltre che una azione orizzontale in direzione orizzontale ( $H_A$ ), un momento flettente ( $M_A$ ).

**ALLEGATO 1 ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001**  
**CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE**

**7 COMBINAZIONI DEI CARICHI SECONDO IL D.M. 14/01/2008**

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (§ 2.5.3 NTC 08):

Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_p P + \gamma_{Q1} Q_{K1} + \gamma_{Q2} \psi_{02} Q_{K2} + \gamma_{Q3} \psi_{03} Q_{K3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara), impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili (verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7 NTC 08):

$$G_1 + G_2 + P + Q_{K1} + \psi_{02} Q_{K2} + \psi_{03} Q_{K3} + \dots$$

Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} + \psi_{23} Q_{K3} + \dots$$

Combinazione quasi permanente (SLE), impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} + \psi_{23} Q_{K3} + \dots$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} + \dots$$

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} + \dots$$

Le condizioni elementari di carico sono opportunamente combinate per determinare le condizioni più sfavorevoli per ciascun elemento strutturale.

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omessi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ .

In presenza di Azioni Sismiche la predetta normativa, per le combinazioni di carico, prevede la seguente espressione (§ 3.2.4 NTC 08):

$$G_2 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj} \quad [3.2.17 \text{ NTC } 08]$$

dove:

$E$  Azione sismica per lo stato limite preso in esame

$G_1$  e  $G_2$  Carichi permanenti al loro valore caratteristico

$P$  Valore caratteristico della precompressione.

**ALLEGATO 1** ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001  
CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE

$Q_{kj}$  azioni variabili al loro valore caratteristico.

adottando  $\psi_{2j}$  indicati nella seguente tabella:

Categoria/Azione variabile	$\psi_{0j}$	$\psi_{1j}$	$\psi_{2j}$
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Per cui per l'azione del vento e della neve si pone  $\psi_{2j} = 0$

Inoltre sempre secondo le prescrizioni di cui al Paragrafo 7.2.1, bisogna considerare solo le due componenti orizzontali dell'azione, da considerare tra di loro indipendenti. (Sisma agente in senso longitudinale, sisma agente in senso trasversale).

Poiché l'analisi viene eseguita in campo lineare, la risposta può essere calcolata separatamente, per ciascuna delle due componenti, e gli effetti possono essere combinati quindi successivamente secondo la seguente espressione:

$$1,00 \cdot E_x + 0,30 \cdot E_y + 0,30 \cdot E_z$$

con rotazione degli indici, essendo  $E_i$  l'azione diretta secondo la direzione  $i$ .

Nel caso in esame si pone quindi  $E_z=0$ .

**ALLEGATO 1 ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001**  
**CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE**

7.1.1 *Approccio agli Stati Limite*

Nelle verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) è stato adottato l'Approccio2; in particolare con detto approccio si impiega un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali:

- A1+M1+R3

Di seguito si riportano i coefficienti parziali da adottare, secondo le NTC 08.

Tab. 2.6.I NTC 08 - Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

CARICHI	EFFETTO	Coeff. parziale $\gamma_F$	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,3	1,3	1,0
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Tab. 6.2.II (NTC 08) - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

		Coeff. Parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tang. angolo resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40

Tab. 6.4.I (NTC 08) – Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli SLU di fondazioni superficiali

Verifica	(R1)	(R2)	(R3)
Capacità portante	1,00	1,80	2,30
Scorrimento	1,00	1,10	1,10

Per le verifiche al ribaltamento, non contemplando il DM2008 tale tipologia di verifica per le fondazioni superficiali, esse vengono condotte considerando la combinazione dei carichi (EQU), in analogia alle opere di sostegno, assumendo come coefficiente moltiplicativo dei materiali (M2) quelli di cui alla Tab. 6.2.II, mentre per le resistenze non vengono considerati coefficienti riduttivi.

**ALLEGATO 1 ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001**  
**CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE**

7.1.2 *Condizioni di carico*

Nel caso specifico la struttura è stata risolta per le condizioni di carico elementari di seguito definite:

Caso 2					
	R <sub>A</sub> [kN]	H <sub>A,X</sub> [kN]	H <sub>A,Y</sub> [kN]	M <sub>A,X</sub> [kNm]	M <sub>A,Y</sub> [kNm]
P.P.BLOCCO	20,30	0,00	0,00	0,00	0,00
G <sub>2</sub>	0,73	0,00	0,00	0,00	0,10
Q <sub>1</sub>	0,17	0,00	0,00	0,00	0,08
Q <sub>2</sub>	0,00	0,47	0,00	0,00	1,65
Q <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,47	1,65	0,00
Sisma_X	0,00	0,04	0,00	0,00	0,26
Sisma_Y	0,00	0,00	0,04	0,26	0,00

Caso 3					
	R <sub>A</sub> [kN]	H <sub>A,X</sub> [kN]	H <sub>A,Y</sub> [kN]	M <sub>A,X</sub> [kNm]	M <sub>A,Y</sub> [kNm]
P.P.BLOCCO	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G <sub>2</sub>	1,42	0,00	0,00	0,00	0,40
Q <sub>1</sub>	0,27	0,00	0,00	0,00	0,33
Q <sub>2</sub>	0,00	0,94	0,00	0,00	5,64
Q <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,94	5,64	0,00
Sisma_X	0,00	0,08	0,00	0,00	0,92
Sisma_Y	0,00	0,00	0,08	0,92	0,00

7.1.3 *Combinazioni di carico di progetto*

Di seguito si riportano le combinazioni dei carichi elaborate al fine di determinare le condizioni più sfavorevoli.

Essendo, per entrambi i casi esaminati, il blocco di fondazione simmetrico nelle due direzioni X ed Y e le azioni agenti decentrate per la sola direzione X, è facilmente deducibile come la direzione X sia la direzione di verifica più sfavorevole. A valle di ciò, verranno condotte le verifiche del caso con riferimento alla sola direzione X.

COMBO	Y <sub>G1,Fav</sub> / Y <sub>G1,Sfav</sub>	Y <sub>G2,Fav</sub> / Y <sub>G2,Sfav</sub>	Q <sub>1_neve</sub>	Q <sub>2_vento</sub> X	Q <sub>3_vento</sub> Y
A1 - SLU1	1	1,5	1,5	0,9	0
A1 - SLU2	1	0,0	1,5	0,9	0

**ALLEGATO 1** ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001  
CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE

A1 - SLU3	1	1,5	0,75	1,5	0
A1 - SLU4	1	0,0	0,75	1,5	0

COMBO	$\frac{Y_{G1,Fav}}{Y_{G1,Sfav}}$	$\frac{Y_{G2,Fav}}{Y_{G2,Sfav}}$	Q <sub>1_neve</sub>	Q <sub>2_vento</sub> X	Q <sub>3_vento</sub> Y
EQU1	0,9	1,5	1,5	0,9	0
EQU2	0,9	0,0	1,5	0,9	0
EQU3	0,9	1,5	0,75	1,5	0
EQU4	0,9	0,0	0,75	1,5	0

COMBO	Y <sub>G1</sub>	Y <sub>G2</sub>	E <sub>x</sub>
SLV1	1	1	1

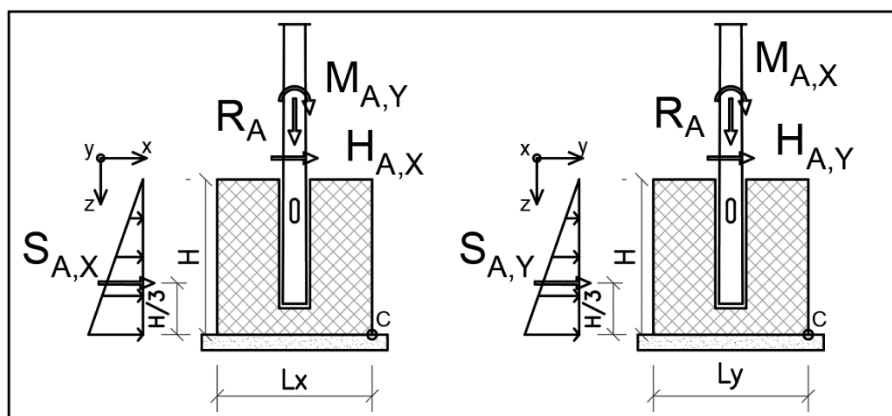
**ALLEGATO 1 ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001**  
**CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE**

**8 AZIONI ALLA BASE DEL PLINTO**

Nel presente Capitolo vengono espresse le azioni elementari agenti alla base del plinto di fondazione combinate secondo quanto esposto al Capitolo precedente. Inoltre, al fine di tenere in debito conto la spinta del terreno, è stata ipotizzata la formazione di un meccanismo di rottura dell'insieme blocco-terreno che fa insorgere una spinta attiva aggiuntiva sfavorevole ai fini delle verifiche e calcolata come:

$$S_{ax} = k_a \cdot \gamma \cdot (H^2 / 2 \cdot L_y)$$

$$S_{ay} = k_a \cdot \gamma \cdot (H^2 / 2 \cdot L_x)$$



A vantaggio di statica non viene considerato il contributo della spinta passiva che si genera opposta alla spinta attiva.

Caso 2					
COMBO	R <sub>A</sub> [kN]	H <sub>A,X</sub> [kN]	H <sub>A,Y</sub> [kN]	M <sub>A,X</sub> [kNm]	M <sub>A,Y</sub> [kNm]
A1 - SLU1	21,65	3,32	0,00	0,00	2,76
A1 - SLU2	20,56	3,32	0,00	0,00	2,61
A1 - SLU3	21,52	3,61	0,00	0,00	3,69
A1 - SLU4	20,43	3,61	0,00	0,00	3,54

Caso 3					
COMBO	R <sub>A</sub> [kN]	H <sub>A,X</sub> [kN]	H <sub>A,Y</sub> [kN]	M <sub>A,X</sub> [kNm]	M <sub>A,Y</sub> [kNm]
A1 - SLU1	27,54	4,15	0,00	0,00	7,27
A1 - SLU2	25,41	4,15	0,00	0,00	6,67
A1 - SLU3	27,33	4,71	0,00	0,00	10,41
A1 - SLU4	25,20	4,71	0,00	0,00	9,81

Caso_2					
COMBO	R <sub>A</sub> [kN]	H <sub>A,X</sub> [kN]	H <sub>A,Y</sub> [kN]	M <sub>A,X</sub> [kNm]	M <sub>A,Y</sub> [kNm]
EQU1	19,62	3,32	0,00	0,00	3,59
EQU2	18,53	3,32	0,00	0,00	3,44
EQU3	19,49	0,00	0,00	0,00	0,00
EQU4	18,40	0,00	0,00	0,00	0,00

Caso_3					
COMBO	R <sub>A</sub> [kN]	H <sub>A,X</sub> [kN]	H <sub>A,Y</sub> [kN]	M <sub>A,X</sub> [kNm]	M <sub>A,Y</sub> [kNm]
EQU1	25,04	3,82	0,00	0,00	7,16
EQU2	22,91	3,82	0,00	0,00	6,56
EQU3	24,83	4,38	0,00	0,00	10,30
EQU4	22,70	4,38	0,00	0,00	9,70

Caso_2					
COMBO	R <sub>A</sub> [kN]	H <sub>A,X</sub> [kN]	H <sub>A,Y</sub> [kN]	M <sub>A,X</sub> [kNm]	M <sub>A,Y</sub> [kNm]
SLV1	21,03	4,24	0,00	0,00	1,76

Caso_3					
COMBO	R <sub>A</sub> [kN]	H <sub>A,X</sub> [kN]	H <sub>A,Y</sub> [kN]	M <sub>A,X</sub> [kNm]	M <sub>A,Y</sub> [kNm]
SLV1	26,42	4,68	0,00	0,00	2,82

**ALLEGATO 1 ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001**  
**CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE**

**9 VERIFICHE**

**9.1 Verifica al ribaltamento**

La verifica a ribaltamento viene condotta combinando i carichi elementari secondo la combinazione EQU+M2 così come già esposto in precedenza, e risulta essere soddisfatta se:

$$M_{STAB} \geq M_{RIB}$$

In cui:

- $M_{STAB}$  : è il momento di tutte le forze che tendono a non fa ribaltare (ruotare rigidamente in senso concorde alle forze agenti in direzione X intorno al punto C) il blocco di fondazione e calcolato come

$$M_{STAB} = R_A \times (L_X / 2)$$

- $M_{RIBB}$  : è il momento di tutte le forze che tendono a far ruotare rigidamente, in senso concorde alle forze agenti in direzione X intorno, al punto C il blocco di fondazione e calcolato come

$$M_{RIB} = M_{AY}$$

A valle di ciò, di seguito si espone quanto ottenuto:

Ribaltamento_Caso_2						Ribaltamento_Caso_3					
COMB O	R <sub>A</sub> [kN]	L <sub>X</sub> [m]	M <sub>STA B</sub> [kNm ]	M <sub>A,Y</sub> [kNm ]	M <sub>STAB</sub> ≥ M <sub>RIB</sub> [-]	COMB O	R <sub>A</sub> [kN]	L <sub>X</sub> [m]	M <sub>STA B</sub> [kNm ]	M <sub>A,Y</sub> [kNm ]	M <sub>STAB</sub> ≥ M <sub>RIB</sub> [-]
EQU1	19,6 2	0,9 0	8,83	2,66	OK	EQU1	25,0 4	0,9 0	11,2 7	7,16	OK
EQU2	18,5 3	0,9 0	8,34	2,51	OK	EQU2	22,9 1	0,9 0	10,3 1	6,56	OK
EQU3	19,4 9	0,9 0	8,77	3,59	OK	EQU3	24,8 3	0,9 0	11,1 7	10,3 0	OK
EQU4	18,4 0	0,9 0	8,28	3,44	OK	EQU4	22,7 0	0,9 0	10,2 2	9,70	OK

Dai risultati ottenuti è possibile affermare che la verifica a ribaltamento risulta essere soddisfatta.

**9.2 Verifiche allo scorrimento**

La verifica a ribaltamento viene condotta combinando i carichi elementari secondo la combinazione A1+M1+R3 e la combinazione sismica così come già esposto in precedenza, e risulta essere soddisfatta se:

$$R_{SCOR} \geq E_{SCOR} \times \gamma_{R3}$$

In cui:



**ALLEGATO 1 ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001**  
**CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE**

- $R_{SCOR}$  : è la forza che si oppone allo scorrimento sul piano di posa del blocco di fondazione e calcolata come

$$R_{SCOR} = R_A \times \operatorname{tg} \delta$$

con  $\delta$  angolo di attrito terreno-fondazione considerato pari a 2/3 dell'angolo di attrito interno del terreno di fondazione ( $\phi$ ).

- $E_{SCOR}$  : è la sommatoria di tutte le forze che concorrono allo scorrimento sul piano di posa del blocco di fondazione in direzione X

$$E_{SCOR} = H_{AX}$$

A valle di ciò, di seguito si espone quanto ottenuto:

Scorrimento_Caso_2							Scorrimento_Caso_3						
COMBO	$R_A$ [kN]	$\operatorname{tg} \delta$ [-]	$R_{SCOR}$ [kN]	$E_{SCOR}$ [kN]	$\gamma_{R3}$ [-]	$R_{SCOR} \geq E_{SCOR} \gamma_{R3}$ [-]	COMBO	$R_A$ [kN]	$\operatorname{tg} \delta$ [-]	$R_{SCOR}$ [kN]	$E_{SCOR}$ [kN]	$\gamma_{R3}$ [-]	$R_{SCOR} \geq E_{SCOR} \gamma_{R3}$ [-]
A1 - SLU1	21,65	0,43	9,31	3,32	1,10	OK	A1 - SLU1	27,54	0,43	11,84	4,15	1,10	OK
A1 - SLU2	20,56	0,43	8,84	3,32	1,10	OK	A1 - SLU2	25,41	0,43	10,92	4,15	1,10	OK
A1 - SLU3	21,52	0,43	9,25	3,61	1,10	OK	A1 - SLU3	27,33	0,43	11,75	4,71	1,10	OK
A1 - SLU4	20,43	0,43	8,78	3,61	1,10	OK	A1 - SLU4	25,20	0,43	10,84	4,71	1,10	OK
SLV1	21,03	1,43	30,07	4,24	1,10	OK	SLV1	26,42	1,43	37,78	4,68	1,10	OK

Dai risultati ottenuti è possibile affermare che la verifica a scorrimento risulta essere soddisfatta.

### 9.3 Verifiche al carico limite verticale

Per il calcolo del carico sul terreno di fondazione, viene calcolato per la fondazione in esame partendo dalla formulazione di Terzaghi, ed applicando gli opportuni coefficienti correttivi, per tenere in debito conto delle restrizioni di tale metodo.

Terzaghi propone la seguente espressione per il calcolo della capacità portante di una fondazione superficiale.

$$q_{ult} = cN_c s_c + qN_q + 0.5B\gamma N_\gamma s_\gamma$$

I fattori di resistenza, sono stati calcolati secondo le seguenti notazioni:

$$N_q = e^{\pi \operatorname{tg} \phi} \operatorname{tg}^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \operatorname{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \operatorname{tg} \phi$$

**ALLEGATO 1** ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001  
CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE

Inoltre sono stati inseriti e calcolati fattori riduttivi, che tengono in conto della forma, dell'eccentricità e dell'inclinazione dei carichi, oltre al coefficiente amplificativo della profondità.

Coefficienti correttivi di forma:

Forma della fondazione	Rettangolo di lati B ed L ( B < L )	Quadrato , Cerchio ( B = L )
$\zeta_q$	$1 + \frac{B}{L} \cdot \tan(\varphi)$	$1 + \tan(\varphi)$
$\zeta_c$	$1 + \frac{B}{L} \cdot \frac{N_q}{N_c}$	$1 + \frac{N_q}{N_c}$
$\zeta_\gamma$	$1 - 0,4 \cdot \frac{B}{L}$	0,6

**ALLEGATO 1 ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001**  
**CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE**

Coefficienti correttivi dell'inclinazione dei carichi:

Forma della fondazione	Incoerente	Coesivo	Dotato di attrito e coesione
$\xi_q$	$[1 - \tan(\delta)]^m$	1	$\left[1 - \frac{q_H}{q_V + c \cdot \cotan(\varphi)}\right]^m$
$\xi_c$	-	$1 - \frac{m \cdot q_H}{N_c \cdot c}$	$\xi_q - \frac{1 - \xi_q}{N_c \cdot \tan(\varphi)}$
$\xi_\gamma$	$[1 - \tan(\delta)]^{(m+1)}$	-	$\left[1 - \frac{q_H}{q_V + c \cdot \cotan(\varphi)}\right]^{(m+1)}$

dove:

$$m = \frac{2 + B/L}{1 + B/L}$$

Coefficienti correttivi dell'eccentricità dei carichi agenti:

Se la risultante dei carichi applicati alla fondazione non passa per il baricentro dell'area di impronta della fondazione stessa, si tiene conto di tale eccentricità dei carichi considerando una fondazione di dimensioni ridotte.

$Q_{lim} = q_{ult} B' L'$ $con \quad B' = B - 2 e_B$ $L' = L - 2 e_L$
---

Coefficienti correttivi della profondità:

$d_q = 1 + 2 \cdot \frac{D}{B} \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2 = 1,23 \quad (D \leq B)$ $d_q = 1 + 2 \cdot \text{tg}^{-1}\left(\frac{D}{B}\right) \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2 = 1,23 \quad (D > B)$ $d_\gamma = 1 \quad d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \text{tg} \varphi}$
--

Di seguito si riportano i risultati ottenuti per la combinazione più gravosa.

Carico Limite Caso 2				
COMBO	R <sub>A</sub> [kN]	e <sub>x</sub> [m]	H <sub>A,x</sub> [kN]	θ [°]
A1 - SLU1	21,65	0,127252	3,32	90
A1 - SLU2	20,56	0,126733	3,32	90
A1 - SLU3	21,52	0,171216	3,61	90
A1 - SLU4	20,43	0,173051	3,61	90
SLV1	21,03	0,083833	4,24	90

Carico Limite Caso 3				
COMBO	R <sub>A</sub> [kN]	e <sub>x</sub> [m]	H <sub>A,x</sub> [kN]	θ [°]
A1 - SLU1	27,54	0,264064	4,15	90
A1 - SLU2	25,41	0,262586	4,15	90
A1 - SLU3	27,33	0,380774	4,71	90
A1 - SLU4	25,20	0,389148	4,71	90
SLV1	26,42	0,106889	4,68	90

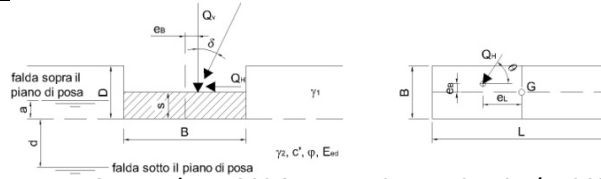
- Caso 2:

**ALLEGATO 1 ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001**  
**CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE**

**CARICO LIMITE DI FONDAZIONI DIRETTE (SLU)**

**GEOMETRIA E PARAMETRI GEOTECNICI**

Geometria della fondazione					Geometria del sito			
B	L	s	e <sub>B</sub>	e <sub>L</sub>	D	ω	ε	Muro di sostegno?
m	m	m	m	m	m	°	°	
0,90	0,90	0,00	0,12	0,00	1,00	0	0	no
<b>Posizione della falda</b>					a	d		
Assente (a=0 e d=0)					0,00	0,00		
Caratteristiche fisiche dei terreni					Caratteristiche meccaniche terreni			
γ <sub>1</sub>	γ <sub>1sat</sub>	γ <sub>w</sub>	γ <sub>2</sub>	γ <sub>2sat</sub>	c'	c <sub>u</sub>	φ'	E <sub>ed</sub>
kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kPa	kPa	°	MPa
19	19	10	19	19	0,00	0,00	35	151,1
Forma della fondazione					Condizioni			
Rettangolo (B' < L')					Drenate			



**DEFINIZIONE DELL'APPROCCIO DI VERIFICA E DEI CARICHI (NTC 2008)**

Combinazione	Componenti e direzione dei carichi				θ = angolo rispetto a L Se Q <sub>H</sub> /B θ = 90° Se Q <sub>H</sub> /L θ = 0°		
	Q <sub>V</sub>	Q <sub>H</sub>	δ	θ			
	kN	kN	°	°			
Appr.2-A1+M1+R3	21,65	3,32	8,7	90			
Caratteristiche di calcolo dei terreni							
γ <sub>1</sub>	γ <sub>1sat</sub>	γ <sub>w</sub>	γ <sub>2</sub>	γ <sub>2sat</sub>	c'	c <sub>u</sub>	φ'
kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kPa	kPa	°
19	19	10	19	19	0,00	0,00	35,0

**VERIFICA DEL TIPO DI ROTTURA**

G	σ	I <sub>r</sub>	I <sub>crit</sub>	Tipo di rottura: Generale
MPa	MPa			
43,33	0,03	2246,35	119,30	

**CALCOLO DEL CARICO LIMITE SECONDO TERZAGHI**

$$Q_{lim} = N_q \Psi_q \zeta_{q1} \alpha_q \beta_q [\gamma_1 (D-a) + (\gamma_{sat} - \gamma_w) a] + N_c \Psi_c \zeta_{c1} \xi_c \alpha_c \beta_c c' + N_\gamma \Psi_\gamma \zeta_{\gamma 1} \alpha_\gamma \beta_\gamma \gamma_2 (B'/2) + \gamma_w a$$

							B'	L'			
							m	m			
							0,66	0,90			
							Termini del trinomio e spinta idraulica				
	N	Ψ	ζ	ξ	α	β					
q	33,30	1,00	1,51	0,77	1,00	1,00	I° term.	736,4	kPa		
c	46,12	1,00	1,53	0,76	1,00	1,00	II° term.	0,0	kPa		
γ	48,03	1,00	0,71	0,65	1,00	1,00	III° term.	138,6	kPa		
							Spinta idraulica		0,0	kPa	

**Verifica della capacità portante**

Coeff. parz. di sicurezza γ<sub>R</sub>

2,30

Resistenza R<sub>d</sub> = Q<sub>lim</sub>(B'L')/γ<sub>R</sub>

226

kN in cond. Drenate

Sollecitazione E<sub>d</sub> = PP+Q<sub>V</sub>

22

kN < R<sub>d</sub>: VERIFICA OK

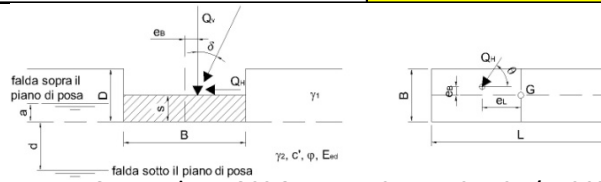
- Caso 3:

**ALLEGATO 1 ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001**  
**CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE**

**CARICO LIMITE DI FONDAZIONI DIRETTE (SLU)**

**GEOMETRIA E PARAMETRI GEOTECNICI**

Geometria della fondazione					Geometria del sito			
B	L	s	e <sub>B</sub>	e <sub>L</sub>	D	ω	ε	Muro di sostegno?
m	m	m	m	m	m	°	°	
1,00	1,00	0,00	0,26	0,00	1,00	0	0	no
<b>Posizione della falda</b>					a	d		
Assente (a=0 e d=0)					0,00	0,00		
Caratteristiche fisiche dei terreni					Caratteristiche meccaniche terreni			
γ <sub>1</sub>	γ <sub>1sat</sub>	γ <sub>w</sub>	γ <sub>2</sub>	γ <sub>2sat</sub>	c'	c <sub>u</sub>	φ'	E <sub>ed</sub>
kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kPa	kPa	°	MPa
19	19	10	19	19	0,00	0,00	35	151,1
Forma della fondazione					Condizioni			
Rettangolo (B' < L')					Drenate			



**DEFINIZIONE DELL'APPROCCIO DI VERIFICA E DEI CARICHI (NTC 2008)**

Combinazione	Componenti e direzione dei carichi				θ = angolo rispetto a L Se Q <sub>H</sub> /B θ = 90° Se Q <sub>H</sub> /L θ = 0°		
	Q <sub>V</sub>	Q <sub>H</sub>	δ	θ			
	kN	kN	°	°			
Appr.2-A1+M1+R3	27,54	4,15	8,6	90			
Caratteristiche di calcolo dei terreni							
γ <sub>1</sub>	γ <sub>1sat</sub>	γ <sub>w</sub>	γ <sub>2</sub>	γ <sub>2sat</sub>	c'	c <sub>u</sub>	φ'
kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kPa	kPa	°
19	19	10	19	19	0,00	0,00	35,0

**VERIFICA DEL TIPO DI ROTTURA**

G	σ	I <sub>r</sub>	I <sub>crit</sub>	Tipo di rottura: Generale
MPa	MPa			
43,33	0,03	2171,47	119,30	

**CALCOLO DEL CARICO LIMITE SECONDO TERZAGHI**

$$Q_{lim} = N_q \Psi_q \zeta_{q1} \alpha_q \beta_q [\gamma_1 (D-a) + (\gamma_{sat} - \gamma_w) a] + N_c \Psi_c \zeta_{c1} \alpha_c \beta_c c' + N_\gamma \Psi_\gamma \zeta_{\gamma 1} \alpha_\gamma \beta_\gamma \gamma_2 (B'/2) + \gamma_w a$$

							B'	L'			
							m	m			
							0,48	1,00			
							Termini del trinomio e spinta idraulica				
	Coefficienti di carico limite	Coefficienti di punzonamento	Coefficienti di forma	Coefficienti di inclinazione carichi	Coefficienti piano di posa	Coefficienti piano di campagna					
	N	Ψ	ζ	ξ	α	β					
q	33,30	1,00	1,34	0,76	1,00	1,00	I° term.	642,9	kPa		
c	46,12	1,00	1,35	0,75	1,00	1,00	II° term.	0,0	kPa		
γ	48,03	1,00	0,81	0,65	1,00	1,00	III° term.	114,3	kPa		
							Spinta idraulica		0,0	kPa	

**Verifica della capacità portante**

Coeff. parz. di sicurezza γ<sub>R</sub>

2,30

Resistenza R<sub>d</sub> = Q<sub>lim</sub>(B'L')/γ<sub>R</sub>

158

kN in cond. Drenate

Sollecitazione E<sub>d</sub> = PP+Q<sub>V</sub>

28

kN < R<sub>d</sub>: VERIFICA OK

A valle dei risultati ottenuti si può affermare che la verifica a carico limite verticale risulta essere soddisfatta.

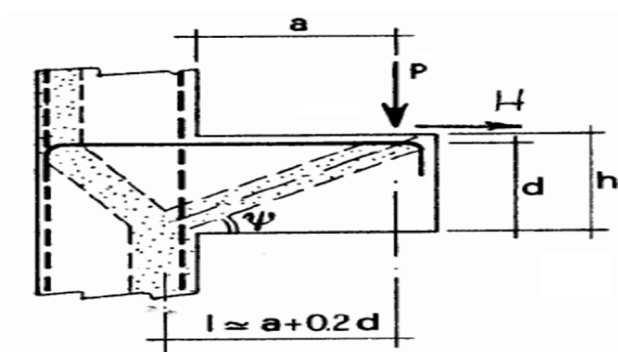
**9.4 Risultati verifiche strutturali plinto**

L'armatura contenuta all'interno del plinto ha principalmente funzione anti-fessurativa.

**ALLEGATO 1 ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001**  
**CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE**

Purtuttavia, si riportano i risultati delle verifiche strutturali effettuate sulla sezione verticale  $L_V \times H$ , considerando la condizione di carico più significativa.

La struttura in oggetto è rigida ( $L/2 < H$ ). Dunque il procedimento di calcolo delle armature è quello previsto per le mensole tozze. Pertanto, in accordo con quanto previsto dalla normativa di riferimento, si effettua una verifica del meccanismo tirante/puntone.



Di seguito si riporta quanto ottenuto.

- Caso 2:

Verifiche mesola tozza - D.M. 14-01-2008					
Materiali					
Calcestruzzo			Acciaio		
$R_{ck}$	[Mpa]	<b>30</b>	$f_{yk}$	[Mpa]	<b>450</b>
$f_{ck}$	[Mpa]	24,9	$f_{yd}$	[Mpa]	391,3
$f_{cd}$	[Mpa]	14,1			
Geometria sezione					
b	[mm]	<b>900</b>	$c^*$	[mm]	<b>50</b>
h	[mm]	<b>1000</b>	d	[mm]	950
a	[mm]	<b>180</b>	l	[mm]	370
$\lambda$	[-]	0,43	c	[mm]	<b>1</b>
Armatura longitudinale					
n° barre		-			<b>5</b>
diametro	[mm]				<b>12</b>
Area	[mm <sup>2</sup> ]				565,5
Sollecitazioni di calcolo					
$P_{ed}$	[kN]				<b>143,5</b>
$H_{ed}$	[kN]				<b>3,61</b>
VERIFICA					
Portanza della mensola_ Resistenza dell'armatura					
$P_{Rsd}$	[kN]	503,0	Verificato		
Portanza della mensola_ Resistenza del puntone di cls					
$P_{Red}$	[kN]	4064,5	Verificato		

- Caso 3:

**ALLEGATO 1 ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001**  
**CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE**

<b>Verifiche mesola tozza - D.M. 14-01-2008</b>					
<b>Materiali</b>					
<b>Calcestruzzo</b>			<b>Acciaio</b>		
R <sub>ck</sub>	[Mpa]	<b>30</b>	f <sub>yk</sub>	[Mpa]	<b>450</b>
f <sub>ck</sub>	[Mpa]	24,9	f <sub>yd</sub>	[Mpa]	391,3
f <sub>cd</sub>	[Mpa]	14,1			
<b>Geometria sezione</b>					
b	[mm]	<b>1000</b>	c*	[mm]	<b>50</b>
h	[mm]	<b>1000</b>	d	[mm]	950
a	[mm]	<b>263</b>	l	[mm]	453
λ	[-]	0,53	c	[mm]	<b>1</b>
<b>Armatura longitudinale</b>					
n° barre		-			<b>5</b>
diametro	[mm]				<b>12</b>
Area	[mm <sup>2</sup> ]				565,5
<b>Sollecitazioni di calcolo</b>					
P <sub>ed</sub>	[kN]				<b>165,2</b>
H <sub>ed</sub>	[kN]				<b>4,15</b>
<b>VERIFICA</b>					
<b>Portanza della mensola_ Resistenza dell'armatura</b>					
P <sub>Rsd</sub>	[kN]	409,8	Verificato		
<b>Portanza della mensola_ Resistenza del puntone di cls</b>					
P <sub>Red</sub>	[kN]	4186,6	Verificato		

Dai risultati ottenuti si può affermare che la verifica risulta essere soddisfatta.

**ALLEGATO 1** ALLA RELAZIONE IA3S01VZZROLF0000001  
CALCOLO BLOCCHI DI SOSTEGNO ILLUMINAZIONE

## 10 CONCLUSIONI

In virtù di tutto quanto sopra descritto, con particolare riferimento:

- alle caratteristiche geometriche della struttura in oggetto;
- alla tipologia del vincolo esterno;
- alla sezione dei vari elementi strutturali;
- alle caratteristiche meccaniche dei materiali utilizzati;
- alle caratteristiche del terreno di fondazione;
- al modello di calcolo;
- ai carichi agenti (permanenti, variabili, e sismici);
- alle verifiche geotecniche;

si conclude che la struttura oggetto della presente relazione è conforme ai criteri di progettazione e di resistenza indicati della normativa vigente, prendendo in considerazione anche le indicazioni e le prescrizioni concernenti la realizzazione di strutture in zona sismica.